



DAGA 2017 KIEL

PROGRAMM



6. - 9. MÄRZ 2017



C | A | U

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



– Programm –

**DAGA 2017 – 43. Deutsche Jahrestagung für Akustik
06. bis 09. März 2017 in Kiel**

www.daga2017.de

Veranstaltungsort

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Christian-Albrechts-Platz 2

D - 24118 Kiel

www.uni-kiel.de

(Anfahrt sowie Raumpläne siehe Seite 345)

Öffnungszeiten von Ausweisausgabe und Tagungsbüro

6. März 2017: 11:30 - 17:00 Uhr

7. März 2017: 08:00 - 17:00 Uhr

8. März 2017: 08:00 - 17:00 Uhr

9. März 2017: 08:00 - 16:00 Uhr

Veranstalter

- Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. (DEGA)
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

in Zusammenarbeit mit

- Polish Acoustical Society
(Polskie Towarzystwo Akustyczne – PTA)
- Committee on Acoustics Polish Academy of Sciences
(Komitet Akustyki Polskiej Akademii Nauk)

in lokaler Kooperation

- Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Kiel

unter Mitwirkung von

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

Wissenschaftliche Tagungsleitung

- Bodo Nolte und Gerhard Schmidt

Wissenschaftlicher Beirat

- Jan Abshagen
- Andrzej Dobrucki
- Ignacy Gloza
- Grażyna Grelowska
- Ulrich Heute
- Matthias Hey
- Eugeniusz Kozaczka
- Oliver Niebuhr
- Bodo Nolte
- Gerhard Schmidt
- Jerzy Wiciak
- Peter Wille
- Dietrich Wittekind

Organisationsteam

- Franziska Gruler
- Teresa Lehmann
- Bodo Nolte
- Gerhard Schmidt
- Julia Schneiderheinze

Kontakt

Julia Schneiderheinze
Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.
Telefon: +49 30 340 60 38-03
Fax: +49 30 340 60 38-10
E-Mail: tagungen@dega-akustik.de

Impressum:

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.
- Geschäftsstelle -
Voltastraße 5, Gebäude 10-6
13355 Berlin
Telefon: +49 30 340 60 38-00
Homepage: www.dega-akustik.de
E-Mail: dega@dega-akustik.de

Druck:

LASERLINE Druckzentrum Berlin KG
Bild Titelseite: © Kiel-Marketing / K. Steigüber, „Leuchtturm“

Grußwort der Tagungsleitung

Kiel – Sailing City! Kiel ist als „Segel-Hauptstadt“ bekannt – hat aber mehr Meeres-Verbindungen: Die Meeresforschung hat mit dem Helmholtz-Zentrum GEOMAR ein prominentes Institut; die Meeresakustik ist im Forschungsbereich Wasserschall und Geophysik (FWG) der Bundeswehr beheimatet. Früher schon spielte akustische Technik eine wichtige Rolle – Alexander Behm befasste sich mit Raumakustik, erfand das Echolot und arbeitete dabei zusammen mit Hermann Anschütz – Erfinder des Kreiselkompasses und Freund Albert Einsteins. (Der Kreis schließt sich: Einstein kam nach Kiel, um mit Anschütz zu segeln!)

Kein Wunder also, dass die DAGA zum zweiten Mal nach Kiel kommt. 1997 lud der FWG ein und prägte der Tagung den Wasserschall als einen Schwerpunkt auf. 2017 lädt die damals kooperierende Technische Fakultät (TF) der Christian-Albrechts-Universität (CAU) ein, insbesondere der Bereich Digitale Signalverarbeitung und Systemtheorie. Hier wird auch an Wasserschall, vor allem aber an Fahrzeugakustik und Sprachsignalverarbeitung geforscht.

Die TF ist genau 25 Jahre alt, die CAU 350, Kiel fast 800. Die Bevölkerungszahlen schwankten – je nachdem, ob Kiel eher kleinstädtisch, gerade als Kriegshafen wichtig oder als solcher zu bombardieren war: Vor 150 Jahren gab es 19.000 Einwohner, 1900 dann 100.000, 1914 schon 200.000, um 1930 dann 300.000, aber 1944 nur noch 195.000, derzeit ca. 250.000 Einwohner in der Landeshauptstadt von Schleswig-Holstein. Viele davon studieren – ca. 600 an der Kunsthochschule, 7.000 an der FH und 24.000 an der Volluniversität CAU.

Im Namen von TF und CAU heißen wir Sie nun herzlich willkommen zur DAGA'17.

Ulrich Heute, wissenschaftlicher Beirat
Bodo Nolte, Tagungsleiter
Gerhard Schmidt, Tagungsleiter

Inhaltsverzeichnis

Grußwort	3
Zeitpläne	8
Programm und weitere Termine rund um die DAGA	25
Aussteller und Sponsoren	34
Anmeldung zur DAGA	38
Hinweise für Autoren	41
Auszeichnungen der DEGA	44
Plenarvorträge	47
Vorkolloquien Montag	50
Hydroacoustics	50
Sprachsignalverarbeitung	54
Karrierewege	58
Fachvorträge und Poster Dienstag	60
Fahrzeugakustik I	60
Fahrzeugakustik (Poster)	62
Fahrzeugakustik II	65
Lehre der Akustik	68
Lehre der Akustik (Poster)	70
Open Science and Open Data in Acoustics I	71
Open Science and Open Data in Acoustics (Poster)	73
Open Science and Open Data in Acoustics II	74
Sprachverständlichkeit bei Versorgung mit Hörgeräten und Cochlea-Implantaten	77
Meeresakustik und Kommunikation	82
Strukturintensität: Historie und aktuelle Anwendungen I	86
Strukturintensität: Historie und aktuelle Anwendungen (Poster)	89
Strukturintensität: Historie und aktuelle Anwendungen II	90
Sprache und Audio im Kfz	92
Raumakustik I	96
Raumakustik (Poster)	98
Raumakustik II	99
Städtebaulicher Lärmschutz I	101
Städtebaulicher Lärmschutz (Poster)	102
Städtebaulicher Lärmschutz II	103
Musikalische Akustik I	105
Musikalische Akustik (Poster)	108

Musikalische Akustik II	109
Realzeit-Simulation, Reproduktion und Evaluation von Schallfeldern	111
Fachvorträge und Poster Mittwoch	116
Fahrzeugakustik III & IV	116
Audiologische Akustik	124
Medizinische Akustik	129
Ultraschall	132
Kavitation I	137
Ultraschall / Kavitation (Poster)	139
Kavitation II	142
Akustische Messtechnik und Sensorik I & II	143
Akustische Messtechnik und Sensorik (Poster)	152
Akustische Messtechnik und Sensorik III	153
Strömungsaustik von rotierenden Systemen I & II	155
Loudspeakers	165
Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung I	169
Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung (Poster)	172
Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung II	174
Virtuelle Akustik I, II, III	176
Speech and Audio Quality I & II	183
Speech and Audio Quality (Poster)	191
Speech and Audio Quality III	192
Schießlärm I & II	193
Schießlärm (Poster)	201
Schießlärm III	202
Bauakustik I & II	204
Städtebaulicher Lärmschutz III	212
Lärmschutz I & II	215
Lärmschutz (Poster)	220
Lärmschutz III	223
Numerische Akustik I, II, III	226
Psychoakustik I & II	235
Psychoakustik (Poster)	242
Psychoakustik III	245
Fachvorträge und Poster Donnerstag	247
Lärm am Arbeitsplatz I	247
Lärm am Arbeitsplatz (Poster)	249
Lärm am Arbeitsplatz II	252
Technische Akustik I & II	256
Strömungsaustik I & II	263
Lärmpolitik	270

Geräuschbeurteilung und Sounddesign	272
Physikalische Akustik	276
Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)	279
Produkt-Geräuschqualität und multimodale Wahrnehmung	282
Recording, Reproduction and Simulation of Outdoor Environments	285
Recording, Reproduction and Simulation of Outdoor Environments / Sound Zone and Directivity Control (Poster)	288
Sound Zone and Directivity Control	290
Sprachverarbeitung	293
Speech Acoustics: Social and Physiological Signals (Poster)	297
Speech Acoustics: Social and Physiological Signals	299
Building Acoustics - Legal Requirements and Classification Schemes for Dwellings	302
Schallschutz gegen Außenlärm	305
Lärmentstehung und Ausbreitung I & II	309
Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I & II	317
Binauraltechnik	324
Erfassung, Synthese und Wahrnehmung von dynamischen akustischen Szenen	326
Dynamische Szenen / Virtuelle Akustik (Poster)	331
Verzeichnis der Autoren	334
Anreise, Lagepläne, Verpflegung	345
Anreise zur CAU	345
Wegbeschreibungen	346
Hinweise zur Verpflegung und zu Hotels / Tourismus	347
Campus- und Gebäudepläne	348
Zugangsdaten WLAN	352

Montag, 06. März 2017

	Vorkolloquium: Hydroacoustics
	CAP2, Hörsaal K
13:00	Introduction
13:10	Kozaczka, Grelowska, Szymczak: Selected acoustic images of Gdansk Bay (50)
13:35	Kretschmer: Hydroacoustic Research at WTD 71 (50)
14:00	Lubniewski, Stepnowski, Sek: Multibeam sonar data processing for seafloor classification (51)
14:25	Coffee break
14:50	Greinert: Hydroacoustics in the deep sea, using ship- and AUV-based technology for deep sea mining impact assessments (51)
15:15	Weryk: Propeller pressure pulses influence on an underwater noise emission of the NAWIGATOR XXI vessel (52)
15:40	Kaak, Schmidt: An Introduction to Real-time Cognitive SONAR Systems Utilizing Novel MIMO Approaches (52)
16:05	Nissen: GERTRUDE - 80 years underwater telephony (53)
16:30	Discussion

	Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung
	CAP2, Hörsaal D
13:00	Einführung
13:10	Gierlich, Kettler: Speech Quality Evaluation in Vehicles (54)
13:35	Schmidt, Theiß: Automatic Evaluation of In-Car Communication Systems (54)
14:00	Bulling, Linhard, Wolf, Schmidt: Approximation of the Optimum Stepsize for Acoustic Feedback Cancellation Based on the Detection of Reverberant Signal Periods (55)
14:25	Pause
14:45	Graf, Zaidi, Herbig, Buck, Schmidt: Detection of Voiced Speech and Pitch Estimation for Applications with a Low Spectral Resolution (55)
15:10	Gimm, Rebbe, Schmidt: Echtzeitsystem zur mehrkanaligen Breitbandtelefonie (56)
15:35	Baasch, Schmidt, Heute, Nebel, Deuschl: Parkinson-Sprachanalyse -Erweiterungen zum Qualitätsmerkmal Formantdreieck (56)
16:00	freie Diskussion

Vorkolloquium: Karrierewege	
	CAP2, Hörsaal C
12:30	Einführung
12:40	Birk: Fit für Industrie 4.0 - Welche Qualifikationen brauchen Ingenieure? (58)
13:10	Biedermann: Förderung für Auslandsaufenthalte für Doktoranden und Postdocs (58)
13:40	Pause
14:00	Epp: Der Hut über wissenschaftlichem Arbeiten (58)
14:30	Horreilt: Richtig publizieren (Closed Access Zeitschriften vs. Open Access) (59)
15:00	Diskussion

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

(S. 30, CAP2, Hörsaal C)

17:00 **DEGA-Mitgliederversammlung** (CAP2, Hörsaal D)

19:00 **Begrüßungsempfang zur Eröffnung der Ausstellung**

(S. 36, Ausstellungsbereich)

Dienstag, 7. März 2017

CAP2: Frederik-Paulsen-Hörsaal

9:00 Eröffnung und Preisverleihung

- Grußworte und Musik
- Verleihung der Helmholtz-Medaille an Prof. Armin Kohlrausch (S. 44)
- Verleihung der Rudolf-Martin-Ehrenurkunde des NALS
- Verleihung des Lothar-Cremer-Preises an Dr. Thomas Geyer (S. 45, Plenarvortrag am Donnerstag um 12:00 Uhr)
- Verleihung der DEGA-Studienpreise an M.Sc. Christina Mittag und an B.Sc. Gregor Peters (siehe S. 45)

10:30 Kaffeepause

11:00 **Plenarvortrag Armin Kohlrausch** (Empfänger der Helmholtz-Medaille):
 „Von 'Die Lehre von den Tonempfindungen' bis zu TWO!EARS:
 Entwicklungslinien in der Psychoakustik“ (47)

12:00 **Plenarvortrag Ulrich Heute:**
 „Digitale Signalverarbeitung am, im und unter Wasser“ (47)

12:45 Mittagspause

– Vorträge

	CAP2-Paulsen	CAP2-A	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
	Fahrzeug-akustik I	Lehre der Akustik	Open Science + Open Data I	Sprachverst. Hörgeräte	Meeresakustik + Kommunik.
14:20	Brosch: Blocked Force Prüfstand I (60)	Trojer: Master Ingenieurakustik (68)	Spors: Open Science in Acoustics (71)	Hoppe: Sprachverständen in Ruhe (77)	Nissen: Unterwasser-Sprachverständl. (82)
14:40	Henneberger: Blocked Force Prüfstand II (60)	Möller: TU9-MOOC (68)	Wierstorf: Wissenschaftliche Erkenntnis (71)	Hey: Störschall-unterdrückung Cls (78)	Claussen: Dig. Unterwasser-kommun. (82)
15:00	Müller: Akustik von Abgasturbo-ladern (61)	Ring: Lehrmedien in der Akustik (69)	Majdak: Reproduzierbare Forschung (72)	Holube: Höranstrengung (78)	Namenas: Underwater Channel Sim. (83)
15:20	Pigozzi: Sloshing Noise meas. (61)	Merchel: Makerspace Lautsprecher (70)	Berzborn: ITA-Toolbox (73)	Mewes: Optim. Sprachverständen Cl (79)	Stoltenberg: Tankexperiment (83)
15:40	Posterkurz-vorträge (Seite 12)	Posterkurz-vorträge (Seite 12)	Posterkurz-vorträge (Seite 12)	Pause	Gerdes: Schallausbreitung Nordsee (84)

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Struktur-intensität I	Sprache + Audio Kfz	Raumakustik I	Städtebau. Lärmschutz I	Musikalische Akustik I	Realzeit-Simulation
14:20	Maysenhölder: A Personal Perspective (86)	Reimes: Auditory Test Environments (92)	Lachmann: Neubau Jazzcampus Basel (96)	(ALD-Mitglieder-versammlung)	Lorenzen: Music. Scales and Grammar (105)	Seeber: Anech. chamber and rtSOFE (111)
14:40	Bös: Structural Intensity Darmst. (87)	Schäfer: Instrumental Audio Quality (92)	Behrens: Orgel-Konzertsaal Kharkov (96)	(ALD-Mitglieder-versammlung)	Reuter: Formant-based timbre space (106)	Clapp: Interactive Room Simul. (112)
15:00	Groba: Analysis energy exchange (87)	Lepage: Hands-free Performance (93)	Vercammen: Staatsoper Unter den Linden (97)	Jäcker-Cüppers: Position urb. Gebiet (101)	Siddiq: Timbre space reloaded (107)	Wendt: Room acoustics simulation (112)
15:20	Hensel: Messung und Simul. STI (88)	Grimm: Background Noise Simul. (93)	Sahin: Detmold Concert Hall (97)	Köckler: Gesunde Stadt (102)	Krauss: Pedaltöne auf Sousaphon (107)	Arend: Self-Gen. Sound in VAEs (113)
15:40	Posterkurz-vorträge (Seite 13)	Pause	Posterkurz-vorträge (Seite 13)	Posterkurz-vorträge (Seite 13)	Posterkurz-vorträge (Seite 13)	Pause

Dienstag, 7. März 2017

– **Poster-Kurzvorträge** (S. 42)

CAP2-Paulsen	CAP2-A	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
Fahrzeug-akustik (Poster)	Lehre der Akustik (Poster)	Open Science + Open Data (Poster)		
Poster (15:40) Bock: Virtuelle Verlängerung (62)	Epp: Develop. teaching frameworks (70)	Brinkmann: AKtools (73)		
Arsic: Kurzzeitanalys. Winkelbereich (63)		Kayser: Hearing Aid Platform (74)		
Arsic: WFS Intensitätsprüf-stände (63)				
Venghaus: Emissionen aus dem Gleis (64)				
Fischer: oTPA im Automotive-Lenksystem (64)				
Gaul: Vibro-Acoustic Simulation (65)				

16:00 - 16:40 **Poster-Forum**, CAP2-Erdgeschoss

16:40 **Young Professionals Meeting**, CAP2 - Hörsaal A

– **Vorträge (Fortsetzung)**

CAP2-Paulsen	CAP2-A	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
Fahrzeug-akustik II		Open Science + Open Data II	Sprachverst. Hörgeräte	Meeresakustik + Kommunik.
16:40 Gombots: Horn Effect Curved Surfaces (65)	Young Professionals Meeting	Weinzierl: Repository for Research Data (74)	Weißgerber: Sprachverständigen mit HG/CI (79)	Wildemann: Schallausbr. Rammschall (84)
17:00 Bernasconi: Alterung von Belägen nach SPB (66)	Young Professionals Meeting	Bomhardt: Anthro HRTF Datenbank (75)	Ruhe: Optimale akust. Umgebung (80)	De Obaldia: Whale number estimation (85)
17:20 Blumrich: Instationäre Windgeräusche (66)	Young Professionals Meeting	Leckschat: Stimulidatenbank Virtuelle Ak. (76)	Pazen: Künstliche Trommelfelle (81)	Urban: Gas Bubble Streams (85)
17:40 Velizhanina: Source Characterization (67)	Young Professionals Meeting	Ackermann: Nachhallfreie Aufnahme (76)	Joshi: Binaural listening CI (81)	Abegg: Akust. Fenster Fächerlot (86)

19:00 **Geselliger Abend im Fähr- und Kreuzfahrtterminal "Norwegenkai"**
(S. 32)

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
Poster (15:40)	Struktur-intensität (Poster)		Raumakustik (Poster)	StädtebauLärmschutz (Poster)	Musikalische Akustik (Poster)	
	Adams: Modellgesetze Rechteckplatten (89)		Klärner: Adaptives Akustikelement (98)	Plangger: Neues urbanes Gebiet (102)	Czedik-Eysenberg: Musik hart? (108)	
	Klemm: Untersuchg. PVDF-Wandler (89)		Rosenkranz: Mobile Raumakustik App (98)			

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
16:40	Struktur-intensität II	Sprache + Audio Kfz	Raumakustik II	StädtebauLärmsch. II	Musikalische Akustik II	Realzeit-Simulation
	Adams: Benchmark Case ST1 (90)	Müsch: Speech Quality in Vehicles (94)	Medebach: Classification Room Shapes (99)	Heitkämper: Nutzungsmischung Innenst. (103)	Mores: Minimum bow force (109)	Aspöck: Room impulse synthesis (113)
17:00	Wibbeler: Körperschall-simulation (90)	Kettler: eCall for motorcycles (94)	Sadra: Identification absorption (99)	Richard: Urbaner Lärmschutz (104)	Jenei-Kulcsar: Laminated Piano Soundboard (109)	Rudrich: Virtual Acoustics Eval. (114)
17:20	Schulze: Statistische Energieanalyse (91)	Maschmann: ICC Noise Suppression (95)	Lorenz-K.: Optische Clusteranalyse (100)	Karimi: Ganzheitl. Lärmaktionsplan (104)	Steffens: Empfehlung Audio Branding (110)	Neidhardt: Binaural self-walk-through (114)
17:40		Wolf: Frequency domain de-essing (95)	Schaal: Anomalous Diffraction (101)	Scheuren: Schallplanung im Städtebau (105)	Helmholz: Reaktionen DJ-Performances (110)	Grimm: Hearing aid evaluation (115)

Mittwoch, 8. März 2017 (Vormittag)

– Vorträge

	CAP2-Pauls.	CAP2-A	CAP2-B	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
	Fahrzeug-akustik III	Audiolog. Akustik	Ultraschall	Messtechnik + Sensorik I	Ström.-akus. rot. Syst. I	Loud-speakers
08:40	Hall: Schallleistungsbestimmung (116)			Herold: Zuverlässigkeit Mikrofonarray (143)	Junger: Challenges Rotating Systems (155)	
09:00	Bodden: Außengeräusche Elektrofahrz. (116)	Cubick: SI and spatial perception HA (124)		Wehmeyer: Immission WEA mit Array (144)	Kissner: HB-Simul. Aircraft Engine (155)	He: Personal Device Directivity (165)
09:20	Zaleski: Bediengeräusche im Cockpit (117)	Hülsmeier: Audiological relations (125)	Wolf: Transiente Ringquellen (132)	von Pflug: MEMS in hochkanaligen Arrays (145)	Alavi Moghadam: Computational aeroacoustics (156)	Zeng: Loudspeaker Directivity (166)
09:40	Pause	Takanen: Modeling refractoriness (125)	Wüst: 3D-Ultraschallmikroskopie (133)	Zabel: Embedded MEMS acceler. (145)	Liberson: Hybrider APE-Löser (157)	Nowak: Fully horn-loaded system (166)
10:00	Boutloukos: Türlautspr.-Störgeräusche (118)	Eurich: CI-Hörerlebnis im Raum (126)	Kümmritz: Materialcharakterisierung (133)	Wehr: Gleis-zustandsbe-wertung (146)	Pause	Dobrucki: Nonlinear distortion (167)
10:20	Caillet: Gearbox Noise Radiation (118)	Pause	Johannes-mann: Materialcha-rakterisierung (134)	Feeles-Kahl: Entwickl. RFG-Messanhänger (146)	Becker: Automatische Optimierung (157)	Pause
10:40	Burkhardt: Elektrische Nebenaggregate (119)	Husstedt: Mehrkanaligkeit Hörsysteme (127)	Pause	Drechsler: Wohnungslüftungsgeräte (147)	Tapken: Anregung Axialventilator (158)	Siczek: Nonlinear Distortions (167)
11:00	Arsic: Geräusch in Fahrgastzelle (119)	Habasinska: Polish Speech Test Signal (127)	Eichstädt: Unsicherheit bei Entfaltungen (135)	Grebel: Unsich. Kundtsches Rohr (147)	Pardowitz: Rotierende Instabilität (159)	Wolf: Lautsprechermodellvergleich (168)
11:20	Pause	Hassager: Dynamic range compression (128)	Wiedmann: Parametric Transmission (135)	Wittstock: Ringversuch Schallleistung (148)	Spitalny: Akust. Radialmoden-analyse (159)	Koch: modulares LEM-FEM-Model (168)
11:40	Pause	Schädler: Model distortion component (128)	Look: Lokalisation Blasenzerfall (136)	Arendt: Umgebungskorr. DIN 3744 (148)	Linkamp: Pulsationen an Kreiselpumpen (160)	Becker: Flachlautsprecher Flugzeug (169)

12:00 CAP2-Paulsen: **Plenarvortrag Henning Puder:**

„Hörgeräte heute und in Zukunft:

Signalverarbeitung mit neuen Verbindungen“ (48)

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS1	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Virtuelle Akustik I	Speech + Quality I	Schießlärm I	Bauakustik I	Städtebau, Lärmsch. III	Numerische Ak. I	Psychoakustik I
08:40		Sporer: Modelle der Qualität (183)	Hirsch: Akustik der Waffenknalle (193)	Stange-Kölling: PTB-Vergl.-mess. 2016 (204)	Krimm: Die leisere Stadt (212)	Andersen: Num. visco-thermal acoustics (226)	
09:00	Hohnerlein: Python Array (176)	Fernández Gallardo: Intelligibility over VoIP (184)	Kühner: Akustik der Waffenknalle (194)	Bietz: Horizontale Anregung (204)	Hintzsche: Ruhige Gebiete (212)	Gavila Lloret: Transmission Models (226)	Blauert: Aufmerksam hören (235)
09:20	Schörkhuber: Signal-Dependent Enc. (176)	Bleiholder: Superwide-band Echo Impairm. (184)	Trimpop: Geschoss-knallmodell (194)	Erler: Trittschall-Estrichfläche (205)	Wirtz: Lärmsreduktion Hafen Duisburg (213)	Yang: FEM/BEM Modelling (227)	Wendt: Perception Sound Elevation (236)
09:40	Pomberger: Hemispherical array rec. (177)	Pause	Wiedemann: Immi.-schutz Bundeswehr (195)	Haut: Abstrahlgrad orthotrope Platte (205)	Plangger: Lärmschutz und Baulärm (213)	Keuchel: Num. Integration IGABEM (227)	Skowronek: Störempfinden im KFZ (236)
10:00	Pause	Pricken: Quality NELE Algorithm (185)	Pause	Seidel: Schall-dämm. Akustikdecke (206)	Pischke: Wohnen und Gewerbe (214)	Pause	Stahl: Ventilatorgeräusche (237)
10:20	Wilding: Array Self-Calibration (177)	Mittag: Noise Robust Detection (185)	Daniel: Regelungen für Schießlärm (195)	Pause	Heinecke-Schmitt: Sportanlagenlärm (214)	Piscoya: Greensche Funkt. Halbraum (228)	Pause
					Lärmschutz I		
10:40	Klinkert Correa: Fast continuous HRTF (178)	Weiss: Sprachqualitäts-Modellierung (186)	Soens: Offene Schießstätte (196)	Saß: Längsdämmung Fassade (206)	Appel: Schienen-güerverkehrslärm (215)	Kreuzer: B-Spline Frames (228)	Verhey: Tonales Bandpassrauschen (238)
11:00	Firtha: Explicit SFS Driving Functions (178)	Reimes: Near-end Speech Quality (186)	Zangers: Schallausbreitung. Waffenknall (197)	Winter: Energiefluss über Stoßstelle (207)	Kasess: Optim. Rumpelstreifen (216)	Reiter: BEM für Absorbersysteme (229)	Fiebig: Schärfe instationärer Schalle (238)
11:20	Pause	Vranic: Perceptual Quality Indicator (187)	Witsel: Influence of weather condition (197)	Mecking: Energie Holzmas-sivbau (208)	Johannsen: Flugrouten-systembe-wertung (216)	Baydoun: Numerische Dämpfung BEM (229)	Hots: Lautheit tonaler Anteile (239)
11:40	Pause	Hedke: QoE Gaming (187)	Trimpop: Langzeit-mess. Schießanlage (198)	Schöpfer: Installationspiegel Leichtbau (208)	Bopst: CNOSSOS-Fluglärm (217)	Hakansson: DES eines Freistrahls (230)	Oetjen: Tonhöhenwahrnehmung IRN (239)

Mittwoch, 8. März 2017 (Nachmittag)**– Vorträge**

	CAP2-Pauls.	CAP2-A	CAP2-B	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
	Fahrzeug-akustik IV	Medizin. Akustik	Kavitation I	Messtechnik + Sensorik II	Ström.-akus. rot. Syst. II	Elektro-akustik I
14:20	Ullmann: Leist.-basierte Vibroakustik (120)	Reermann: Signalverbess. ME Sensoren (129)	Bauerschaefer: Kavitationsnachweis (137)	Rajmane: Meas. in anechoic chambers (149)	Witte: Akustik von Radialpumpen (160)	Mayr: Modulation Power Spektrum (169)
14:40	Gärner: Geräuschsynthesizer (121)	Peters: Stimmlippen und Phonation (130)	Sobotta: Reinigungsgeräte (137)	Rohringer: Optisches Hydrophon (149)	Dietrich: Akustik von Axialventilatoren (161)	Mortsiefer: Decken-Mikrofonarray (170)
15:00	Duvigneau: Schwingung Radnabenmotor (121)	Koch: Infraschallkognitive Fähigk. (130)	Schemmel: Ultraschallreinigung (138)	Barth: Laser-vibrometer MHz-Bereich (150)	Buchwald: Breitbandschall Kompaktlüfter (162)	Wühle: Mehrkanal-Audioverstärker (171)
15:20	Pfaffelhuber: LWRT-Motorkapselsysteme (122)	Uppenkamp: Auditorisches fMRI (131)	Lesnik: Modellierung Erosion (138)	Winkler: FKV-integrierte Aktorarrays (151)	Ocker: Rotierendes Beamforming (162)	Balazs: Zeitveränderliche Fensterung (171)
15:40	Schneider: Motornahe Kapsel Einschäumung (122)	Pause	Posterkurzvorträge (s.u.)	Posterkurzvorträge (s.u.)	Pause	Posterkurzvorträge (s.u.)

– Poster-Kurzvorträge (S. 42)

	CAP2-Pauls.	CAP2-A	CAP2-B	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
Poster (15:40)			Ultraschall / Kavitation (Poster)	Messtechnik + Sensorik (Poster)		Elektro-akustik (Poster)
			Steinmann: Dispergierte Polymer (139)	Michaelis: MEMS-Mikrofone in Metrologie (152)		Merchel: Ionenwindlautsprecher (172)
			Olfert: Partikel auf Quarzscheibe (140)	Raabe: Akustische Raumtemperatur (152)		Andreisek: Feature Extraction Transients (172)
			Seitz: Ultraschallmusterrkennung (140)			Beer: Flachlautsprecher (173)
			Holstein: Dichtheitsprüfung (141)			Schalk-Schupp: Nonlinearities in AEC (173)
			Köchel: Signalverarbeitung (141)			

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS1	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Virtuelle Akustik II	Speech + Quality II	Schießlärm II	Bauakustik II	Lärmschutz II	Numerische Ak. II	Psychoakustik II
14:20	Erbes: Spectral prop. WFS in room (179)	Liebetrau: Assessment of spatial audio (188)	Tekampe: Langzeitmittelungspegel (198)	Paolini: Elastomere Modelle (209)	Hoppen: Flugzeugkabinenisolierungen (218)	Marburg: Pollution-Effekt BEM (231)	Krump: Zwicker-Ton (240)
14:40	Fallahi: Optimized high resolution (179)	Mittag: Spatial BRIR Synthesis (189)	Schreckenberg: Schießlärmbelästigung (199)	Hauer: Tieffreq. Modale Kopplung (210)	Eggers: Priorisierung Verkehrsnetze (218)	Waubke: Hysteretische Elemente (231)	Laback: Temporal Effects in ILD (241)
15:00	Pörschmann: Nearby Sources (180)	Raake: Sound quality TWO!EARS (189)	Vogelsang: Knalle Verwaltungsakustik (199)	Timpte: Stoßstellen-dämm-Maße Holz (210)	Conter: Lärmschutzw. Witterung (219)	Radestock: Akust. Topologie-optimierung (232)	Hauth: BMLD in NH and HI Listeners (241)
15:20	Kohenen: Subjective evaluation of CTC (180)	Hold: Pop-Mix Einfluss WFS (190)	Kämper: Rechtl. Maßstäbe Schießlärm (200)	Zeitler: Cremers parallele Platten (211)	Inäbnit: BEM-Simul. Lärmschutz (219)	Herring Jensen: End-corr. perforates (232)	Srinivasan: Short Interpulse Intervals (242)
15:40	Lepa: Psychoacoustic Quality (181)	Posterkurzvorträge (s.u.)	Posterkurzvorträge (s.u.)	Reinhold: FEM reception plate (211)	Posterkurzvorträge (s.u.)	Moheit: Eigenwertprobl. Außenraum (233)	Posterkurzvorträge (s.u.)

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS1	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Speech + Quality (Poster)	Schießlärm (Poster)			Lärmschutz (Poster)		Psychoakustik (Poster)
Poster (15:40)	Soloducha: Stimuli for noisy conditions (191)	Zangers: Schallschutz Schießanlagen (201)			Bühlmann: Erfolgsfaktoren LAB innerorts (220)		Wersényi: Audio-based Mobile Appl. (242)
	Köster: Overall Conversational Qual. (191)				Haltenorth: Beurteilung Anwohnerverkehr (221)		Rennies-Hochmuth: TV-Mischung (243)
	Werner: BRIR dataset (192)				Hirsch: Langzeitmittelungspegel (221)		Sutojo: Source Segregation (244)
					Bühlmann: Knoten und Kreisel (222)		Kubiak: Individual speech perc. (244)
					Heroldt: Be- und Entladung Lkw (222)		

Mittwoch, 8. März 2017 (Nachmittag)**– Vorträge**

	CAP2-Pauls.	CAP2-A	CAP2-B	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
	Fahrzeug-akustik IV		Kavitation II	Messtechnik + Sensorik III	Ström.-akus. rot. Syst. II	Elektro-akustik II
16:40	Steinbach: Geschwindigkeits-Skalierung (123)		Mettin: Direct observation MBSL (142)	Opdam: Hybrid impedance measurement (153)	Schneider: Beamforming Axialventilator (163)	Behler: Tomographie Temperatur (174)
17:00	Venghaus: Arbeitsgruppe Eisenbahn-lärm (124)		Koch: Splitting m-SBSL bubbles (142)	Weber: Einkopplung in Rumpfstruktur (153)	Zenger: Akustik von Axialventilatoren (164)	Münster: Tone production electric piano (174)
17:20			Kordel: DI, PIV und Shadowgraphie (143)	Nowak: Einflussfaktoren Hallraum (154)	Manegar: Trailing edge serrations (164)	Völk: Headphone transfer characteristics (175)
17:40				Breza: Sound power determination (154)	Geyer: Modell-Propeller-prüfstand (165)	

19:00 Nacht der Akustik und Project Lighthouse (S. 32):

	CAP2-Pauls.	CAP2-C	CAP2-H
19:00	Begrüßung und Einführung zum akustischen Ratespiel des Project Lighthouse		
19:30	Judit Angster: Akustik der Orgel - Königin der Instrumente	Claus Mündel: Am Anfang war der Ton	Boris Culik: Schutz von Meeressäugern in der Fischerei: das akustische Warngerät PAL

20:15 Auflösung des akustischen Ratespiels mittels des 'Hochhausfernsehers' im Außenbereich vor CAP2

20:30	Oliver Niebuhr: Die Stimmung der Stimme und die Stimmung	Markus Buck: Sprachverarbeitung im Kraftfahrzeug	Hans W. Gierlich: Sprache und Telekommunikation
21:15	Preisverleihung an die Sieger des akustischen Ratespiels		
21:30	Matthias Hey: Das Cochlea-Implantat	Christin Baasch/ Gerhard Schmidt: Verbesserung der Sprachtherapie für Parkinson-Patienten	Carsten Ruhe: Hörschädigung und Barrierefreiheit aus der Sicht eines Ingenieurs

Abstracts zu den Vorträgen der Nacht der Akustik finden Sie unter www.daga2017.de/rahmenprogramm/nacht-der-akustik/

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS1	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Virtuelle Akustik III	Speech + Quality III	Schießlärm III		Lärm- schutz III	Numerische Ak. III	Psycho- akustik III
16:40	Münch: Auralisation Industrie- produkte (182)	Skowronek: Music Production Preferences (192)	Vogel: Vorbelastung Schießplätze (202)		Langfeldt: Durchlochte Metamaterialien (223)	Fiala: Scattering uncertain geometry (233)	Fastl: Lautheit und Reaktionszeit (245)
17:00	Ahrens: Spaciousness (182)	Liebl: Sprachverständlichkeit 3.0 (193)	Arnold: Schallschutz Schießstände (202)		Bühlmann: Lärmarme Beläge (224)	Metzger: Realistic boundary conditions (234)	Gatt: Objektive Psychoakustik (245)
17:20	Frank: Panning law multiple loudsp. (183)		Hammelmann: Lärm- Management (203)		Hiltner: Photovoltaik-Akustik (224)	Blech: FRF Korrelationskriterien (234)	
17:40					Chudalla: Verkehrsträgerübergreifend (225)	Fender: Multimodale Designräume (235)	

Donnerstag, 9. März 2017 (Vormittag)

– Vorträge

	CAP2-Paulsen	CAP2-A	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
08:40	Lärm am Arbeitsplatz I	Technische Akustik I	Strömungs-akustik I	Lärmpolitik	Physikalische Akustik
09:00			Reiche: FM-BEM Breitbandsimulation (263)		
09:20	Buchschmid: ABH und TMD Modelle (256)	Guettler: Randbed. Galbrun-Gleichg. (263)			Boonen: Resonances contr. systems (276)
09:40	Nocke: Optimierung Büroakustik (247)	Kisler: Plattenresonator Modellierung (256)	Schröder: Hydro-dyn./acoustic splitting (264)		Kletschkowski: Endochrone Systeme (276)
10:00	Böhm: Optim. Büroarbeitsplätze (247)	Saati Khosroshahi: Param. porous layer (257)	Pause		Geweth: Dämpfungsparameter Fehler (277)
10:20	Pause	Pause	Silkeit: APE und Kirchhoff-Simulation (264)		Pause
10:40	Liebl: Reduzierung von Sprachschall (248)	Wack: Absorption Mineralschäume (258)	Dogan: Acoustic noise of radial fans (265)	Lindmaier: Evaluation Fluglärmgesetz (270)	John: Modalanalyse Druckgefäß (277)
11:00	Renz: Wirkung Maskiersignale (248)	Bay: Schalldämpfer Heizung (258)	Hu: Wall pressure fluctuations (265)	Arps: Evaluation Fluglärmgesetz (271)	Langer: Verschraubte Strukturen (278)
	Posterkurz-vorträge (s.u.)	Komorek: Faserfreie Schalldämpfung (259)	Piepiorka: 3D-Effekte in der CAA (266)	Weinandy: Monitoring Schienenverkehr (271)	Posterkurz-vorträge (s.u.)

– Poster-Kurzvorträge (S. 42)

	CAP2-Paulsen	CAP2-A	CAP2-C	CAP2-F
Poster (11:00)	Lärm am Arbeitsplatz (Poster)			Phys. Akustik / Num. Akustik (Poster)
	Ullisch: Luftgeleiterter Ultraschall (249)			Bschorr: Kugel-Oberflächenwellen (279)
	Dantscher: Ringversuch Gehörschutz (250)			Berchtenbreiter: Akustik in Rohrleitungen (279)
	Wächtler: Developm. Ultrasound Level Meter (250)			Wührl: Amplitudenabh. Dämpfung (280)
	Wolff: Ultraschall am Arbeitsplatz (251)			Ziegelwanger: PACMAN-Modell (281)
				Masovic: Boundary Condition at Edge (281)

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Outdoor Environments	Sprachverarbeitung	Requirem. f. Dwellings	Lärmentst. & Ausbreitg. I	Schiffsakust. + Sonar I	Binaural-technik
08:40	Piechowicz: Phenomena in Forest Area (285)	Thiemann: Pitch for speaker tracking (293)			Schuster: Underwater Radiated Noise (317)	Denk: Head Positioning Control (324)
09:00	Czopek: Soundscape Spitsbergen (286)	Rennies-Hochmuth: Hörunterstützung (293)	Rasmussen: ISO/CD 19488 classes (302)	Engel: Sound perception maps (309)	Gaßmann: Unterwasserlärm von Schiffen (317)	Richter: Continuous HRTF Meas. (325)
09:20	Zachos: Traffic Noise Synthesis (286)	Grimm: Wind Noise Reduction (294)	Burkhart: DEGA-Empfehlung 103 (303)	Masovic: Directivity of circular pipe (309)	Schäl: Fragliche Messgenauigkeit (318)	Pausch: Distance Perception (325)
09:40	Pause	Pause	Schäfers: Qualitätsniv. Massivbau (303)	Roeßler: Hochliegende Schallquellen (310)	Henry: Underwater pass-by simul. (318)	Stade: Binaural Synthetic Reflect. (326)
						Dyn. Szenen
10:00	Malecki: High fid. outdoor recording (287)	Brodersen: Sprachsignal-verbesserung (294)	Pause	C. Martinez: WEA: AM bei Messungen (310)	Galka: Körper- und Wasserschall (319)	Winter: 2.5-D Local Field Synthesis (326)
10:20	Stienen: Recordings for interactive VA (287)	Grosse: Overlap-masking reduct. (295)	Schneider: Mindestanford. DIN 4109-1 (304)	Pause	Aljuhne: Passive Acoustic System (319)	Ahrens: VSE Evaluation Speech (327)
10:40	Bogusz-Witczak: Auditory training (288)	Landgraf: Driving noises and ICC (296)	Hils: Gebäudetechn. Anlagen I (304)	Mecking: Atmosphärisches Ray Tracing (311)	Zindel: Sonar: Adapt. Beamforming (320)	Hahn: Continuous measurement (327)
11:00	Posterkurzvorträge (s.u.)	Posterkurzvorträge (s.u.)	Alphei: Gebäudetechn. Anlagen II (305)	Maly: Lärmprognose in Gleisbögen (311)	Ehrlich: Synthetic Aperture Sonar (320)	Posterkurzvorträge (s.u.)

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Outdoor Env. / Sound Zone (Poster)	Social+Phys. Signals (Poster)				Dyn. Szenen / Virt. Akustik (Poster)
Poster (11:00)	Meng: WT synth. moving sources (288)	Berger: Charismatic Speech (297)				Fiedler: Evaluation Mikrofonarray (331)
	Zaunschirm: SRD RIR Measurement (289)	Marquard: Speech under Stress (297)				Fels: JND Phase HRTF (332)
	Schneider: Constrained Filter Design (289)	Betz: Disfluent phone elastic. (298)				Jenny: Individuelle HRTFs in VR (333)
	Klein: Time Variant MIMO Impulse Resp. (290)					

Donnerstag, 9. März 2017 (Mittag / Nachmittag)

11:20 CAP2-Erdgeschoss: Poster-Forum

12:00 CAP2-Paulsen:	Preisverleihung der Posterpreise und Plenarvortrag Thomas Geyer: „Vom Eulenflügel zum leisen Tragflügel“ (49)			
12:45	Mittagspause			

– Vorträge

	CAP2-Paulsen	CAP2-A	CAP2-C	CAP2-D	CAP2-F
	Lärm am Arbeitsplatz II	Technische Akustik II	Strömungs-akustik II	Geräusch-beurteilung	Produktqualität und multimod.
14:20	Sukowski: Lesen unter Lärmbedingungen (252)	Herget: Kulissen-schalldämpfer (260)	Rossian: Lärm poröser Hinterkanten (267)	Selzer: Salienz Umweltgeräusche (272)	Rosenkranz: Wahrnehm.-merkmale GKS (282)
14:40	Schöneweiß: Ultraschall am Arbeitsplatz (252)	Andreisek: Merkmale Detektion Rotorblatt (260)	Adachi: Droop-nose WT tests (267)	Bensch: Angenehme Einhüllende (273)	Szcycik: Audio-visuelle Wahrnehmung (283)
15:00	Probst: Simulation und Normung (253)	Klärner: Vergrößerungsfunkt. Leistung (261)	Renz: Abstrahlung rot. Scheiben (268)	Goossens: Beurt. Betriebs-geräusche (273)	Schwendicke: Zeitliche Maskierung GKS (283)
15:20	Waldmann: Otoplastiken besser? (253)	Neubauer: 3D-Druck Zahnräder (261)	Abshagen: Axialsymmetr. Grenzschicht (269)	Matalia: Fußbodenidentifizierung (274)	Atamer: Sound Quality of Shavers (284)
15:40	Sickert: Individuelle Schalldämmung (254)	Kuipers: Hearing aid tube radiation (262)	Kreuzinger: Modell der Seitenscheibe (269)	Schubert: Vibroakustische Assistenz (274)	Martin: Guernica unter Sounddusche (284)
16:00	Hohmann: Gehörschutzcheck (255)	Kling: Infraschallkalibrierung Rückführung (262)	Köhler: Wind noise variability (270)	Anzenbacher: Klang vs. Image (275)	Pause

16:30 CAP2-Paulsen: Abschlussveranstaltung mit Spezialitäten der Münchener DAGA 2018

	CAP2-H	CAP2-K	CAP3-HS2	CAP3-HS3	OS40-14	OS40-201
	Sound Zone & Dir. Contr.	Social+Phys. Signals	Schallschutz g. Außenlärm	Lärmentst. & Ausbreitg. II	Schiffsakust. + Sonar II	Dynamische Szenen
14:20	Straube: Optimized Curving of LSAs (290)	Schümchen: Foreign accent in inton. (299)	Meier: Außenlärm DIN 4109 (305)	Linhardt: Abstrahlung Wärmeppumpen (312)	Stiller: Ortung von Kleinzielen (321)	Grimm: Audio-visual environment (328)
14:40	Lemke: Adjoint Sound Synthesis (291)	Hoffmann: Intonation and Attitude (299)	Rudloff: Schallschutz Bauleitplanung (306)	Schmiedbauer: Gegensch. Wärmeppumpen (313)	Schmidtke: Zielmaßmessungen (321)	Viveros Munoz: Benefit of movem. (329)
15:00	Bergner: Perception Monopole Synth. (291)	Zaar: Modeling consonant perc. (300)	Lieg: Schallschutz Schienenwege (306)	Reichl: Leise Wärmeppumpen (314)	Schäfer: Ringwandler (322)	Kolotzek: Localization Head Turning (329)
15:20	Sharma-Thiel: Sound sculptures of IKO (292)	Salinas Rannenberg: Pain effects vocaliz. (300)	Lee: Schallfelder in Innenhöfen (307)	Bartolomaeus: Period. Strukturen (315)	Buß: Echoklassifizierung (322)	Oberem: Selective Attention (330)
15:40	Ureta Staackmann: RIR based on modes (292)	Michalsky: Prosody of Likability (301)	Hessinger: Dämmung Fassaden (307)	Schrader: Metamaterialstrukturen (315)	Zimmer: Sonar Antenna Optim. (323)	Oberfeld-Twistel: Time-to-collision (330)
16:00	Pause	Fischer: Hesitation Markers (301)	Glering: WTP im Rhein-Main-Gebiet (308)	Ederer: Schalldämpfung durch Wald (316)	Böhme: Körperschall Echolot (323)	Wefers: Bewegte Schallquellen (331)

Programm und weitere Termine rund um die DAGA

Die App (iOS / Android) zur DAGA

Das finale und aktualisierte DAGA-Programm gibt es auch wieder im Smartphone-Format. Mithilfe der DAGA-App können Sie sich Ihre persönliche Agenda zusammenstellen, Abstracts lesen, nach Themen und Autoren suchen, das Rahmenprogramm verfolgen und auch den Lage- und Raumplan abrufen. Die App wird direkt im Browser Ihres Smartphones bzw. PC's verfügbar sein, ein Download ist nicht notwendig. Den Link finden Sie ab sofort unter → www.daga2017.de/programm

Vorkolloquien

Am Montag, den 6. März 2017, finden drei Vorkolloquien statt:

- *Hydroacoustics*
(Jan Abshagen, Grażyna Grelowska, Eugeniusz Kozaczka, Ingo Schäfer), siehe S. 50
- *Sprachsignalverarbeitung*
(Hans Wilhelm Gierlich, Ulrich Heute, Gerhard Schmidt), siehe S. 54
- *Karrierewege*
(Maike Wehmeyer, Florian Zenger), siehe S. 58

Eröffnung

Die Eröffnung der DAGA 2017 beginnt am Dienstag, den 7. März 2017, um 9:00 Uhr im Frederik-Paulsen-Hörsaal und umfasst Grußworte und Musik. Es folgen die Preisverleihungen; hierzu finden Sie auf den Seiten 44-45 und auf Seite 10 ausführliche Informationen.

Plenarvorträge

Im Rahmen der DAGA 2017 finden vier Übersichtsvorträge statt:

- Armin Kohlrausch (Empfänger der Helmholtz-Medaille):
„Von „Die Lehre von den Tonempfindungen“ bis zu TWO!EARS: Entwicklungslien in der Psychoakustik“ (S. 47)
- Ulrich Heute:
„Digitale Signalverarbeitung am, im und unter Wasser“ (S. 47)
- Henning Puder:
„Hörgeräte heute und in Zukunft: Signalverarbeitung mit neuen Verbindungen“ (S. 48)
- Thomas Geyer (Empfänger des Lothar-Cremer-Preises):
„Vom Eulenflügel zum leisen Tragflügel“ (S. 49)

Strukturierte Sitzungen

- *Building Acoustics - Legal Requirements and Classification Schemes for Dwellings*, S. 302
 - E. Nowicka, Instytut Techniki Budowlanej Warszawa; M. Schneider, HFT Stuttgart -
Cooperation of Polish & German building acousticians: Dwellings in Europe, esp. Poland & Germany; differences & commonalities from single-number descriptors to requirement applicability.
Kooperation deutscher & polnischer Bauakustiker: Wohnungen in Europa, bes. Polen & Deutschland; Unterschiede & Gemeinsamkeiten von Einzahl-Beschreibungen bis zur Anforderungsumsetzung.
- *Erfassung, Synthese und Wahrnehmung von dynamischen akustischen Szenen*, S. 326
 - J. Fels, RWTH Aachen; S. Spors, Universität Rostock -
Wiedergabe dynamischer auditorischer Szenen in virtueller Akustik: Von der Erfassung und Synthese bis zur Wahrnehmung.
- *Kavitation*, S. 137
 - R. Mettin, Georg-August-Universität Göttingen -
Ultraschall in Flüssigkeiten: Dampf- & Gasblasen mit komplexer Dynamik & extremem Kollaps-Verhalten; Grundlagen & Anwendungen: Reinigung, Erosion, Sonochemie, Medizintechnik u.a.
- *Lärm am Arbeitsplatz*, S. 247
 - S. Dantscher, Dt. Gesetzl. Unfallvers. -
Gehörschädigung und extra-aurale Wirkungen; Lärmexposition, Lärminderung, Gehörschutz; Gestaltung von Arbeitsräumen; Berechnung, Simulation, Prognose; Messprinzipien, Messsysteme.
- *Loudspeakers*, S. 165
 - A. Dobrucki, Komitet Akustyki Polskiej Akademii Nauk -
Cooperation of Polish & German acoustical societies: Progress in loudspeaker technology, construction, properties and testing.
Kooperation polnischer & deutscher akustischer Gesellschaften: Neues in Lautsprechertechnologie, Konstruktion, Eigenschaften und Prüfung.
- *Meeresakustik und Kommunikation*, S. 82
 - J. Abshagen, I. Schäfer, Wehrtechn. Dienststelle 71 -
Analoge & digitale Unterwasserkommunikation, Schallausbreitung im Meer, Schallkanäle; Rammsschall von Windkraftanlagen; Walgeräusche; Gasblasen; Fächerlotte

- *Open Science and Open Data in Acoustics*, S. 71
- S. Spors, Universität Rostock -
Trend zu reproduzierbarer Forschung: Zugrunde liegende Konzepte, aktuelle Initiativen und Datensätze aus der Akustik.
- *Produkt-Geräuschqualität und multimodale Wahrnehmung*, S. 282
- E. Altinsoy, TU Dresden -
Beurteilung der Geräuschqualität, Analyse und psychoakustische Bewertung von Produktgeräuschen, „Sound Design“, multimodale Wahrnehmung und Interaktion.
- *Realzeit-Simulation, Reproduktion und Evaluation von Schallfeldern*, S. 111
- B. Seeber, TU München; S. Weinzierl, TU Berlin -
Simulierte Umgebung in Audiologie, Hör- & Raum-Akustik; Latenzanforderung für bewegte Quellen & Interaktion; Ergebnisse für Simulation, Content-Beschreibung, Auralisation; numerische, akustische & perzeptive Evaluation.
- *Recording, Reproduction and Simulation of Outdoor Environments*, S. 285
- M. Vorländer, RWTH Aachen; J. Wiciak, Akademia Górnictwa Hütnicza -
Cooperation of Polish & German acoustical societies: Spatial audio recording, reproduction, and simulation of outdoor sounds in nature, urban or rural environments.
Kooperation polnischer & deutscher akustischer Gesellschaften: Räumliche Aufnahme, Reproduktion & Simulation von Klängen & Geräuschen in Natur & städtischen wie ländlichen Umgebungen.
- *Schallschutz gegen Außenlärm*, S. 305
- M. Schneider, HFT Stuttgart; A. Meier, Müller-BBM -
Anforderungen, Rechen- & Nachweisverfahren, Fokus auf Gebäuden: Ausgangswerte für Außenlärm, Schalldämmung; neue DIN 4109; Überarbeitung, Forschungsbedarf; Produkteigenschaften, Praxiserfahrungen. Anknüpfungspunkte zur strukturierten Sitzung „Schallschutz im Städtebau“.
- *Schießlärm*, S. 193
- K.-W. Hirsch, Cervus Consult; B. Vogelsang, Nds. Minist. f. Umwelt, Energie u. Klimaschutz -
Physik der Schießgeräusche; Aufbau und Betrieb von Schießanlagen; Schallausbreitung, Prognose und Messung; Immissionsschutz, Beurteilung von Schießgeräuschen; Aktuelle Aspekte und Herausforderungen.

- *Schiffsakustik und Sonar-Verfahren*, S. 317
- J. Abshagen, I. Schäfer, Wehrtechn. Dienststelle 71 - Unterwasserlärm von Schiffen; Messungen & Simulationen, Quellen-identifikation, Grenzwerte; SONAR-Systeme, Beamforming, SAS, Tracking, Zielmaß.
- *Sound Zone and Directivity Control*, S. 290
- F. Zotter, R. Höldrich, Kunsthochschule Graz - Multi-channel loudspeaker reproduction to supply listener subsets in different zones with different sounds: Controlled directivity, cost-function-based approaches, criteria, sound quality.
- *Speech Acoustics: Social and Physiological Signals*, S. 299
- O. Niebuhr, University of Southern Denmark - 20th century phonetics: Production & perception models. Recent focus shift: Speech for interaction & identity / carrier of social & physiological signals; overview on 21st century speech science, application potential (speaker charisma, dominance, attitude, emotion, state, health, etc.).
- *Speech and Audio Quality*, S. 183
- S. Möller, A. Raake, TU Berlin; S. Werner, J. Skowronek, TU Ilmenau Perceptual & instrumental quality evaluation: Technical & perceptual aspects, new technologies & existing assessment; theory & empirical work; telecommunication & audio reproduction systems.
- *Sprache und Audio im Kfz*, S. 92
- H.W. Gierlich, HEAD acoustics; G. Schmidt, CAU Kiel - Sprach- und Audioanwendungen in Fahrzeugen: Freisprechen, In-Car-Kommunikation, Audio-Systeme; Spracherkennung und Dialogsysteme; Verfahren, Algorithmen, Realisierung, Evaluierung.
- *Sprachverständlichkeit bei Versorgung mit Hörgeräten und Cochlea-Implantaten*, S. 77
- M. Hey, Univers.-Klinikum SH, Kiel - Konventionelle Hörgeräte und Cochlea-Implantate: Sprachverständlichkeit, Verfahren und Algorithmen; Zusammenspiel Hörsystemfunktion - audiologische Verfahren - akustische Umgebung.
- *Städtebaulicher Lärmschutz*, S. 101
- R. Heinecke-Schmitt, Sächs. Minister. f. Umwelt u. Landwirtsch.; D. Schreckenberg, ZEUS; M. Jäcker-Cüppers, ALD - Lärmkonflikte: Leitbild „Innenentwicklung“ (Baugesetzbuch) vs. Mischnutzung (Wohnen, Gewerbe, Sportanlagen, Verkehr); Schutzziele, rechtlicher Rahmen, Instrumente und Maßnahmen.

- *Strömungsakustik von rotierenden Systemen*, S. 155
- M. Kaltenbacher, TU Wien; L. Enghardt, TU Berlin, M. Schneider, ebm-papst -
Strömungsinduzierter Schall rotierender Systeme: Lüfter, Gebläse, Windturbinen, Pumpen... ; experimentelle & numerische Verfahren zur Bestimmung von Quellen, Entstehung, Ausbreitung des Schalls.
- *Strukturintensität: Historie und aktuelle Anwendungen*, S. 86
- J. Bös, TU Darmstadt -
Theorie der „Struktur-“ / „Körperschall“- Intensität: Stärke & Richtung des Energieflusses; Messung & Berechnung einfacher Strukturen, Weiterentwicklungen für reale Fragestellungen & Anwendungen (z.B. Automobile).

Das **Abfotografieren oder Abfilmen** der Vortragsfolien ist nicht gestattet.

Vortrag: Förderung für Auslandsaufenthalte für Doktoranden und Postdocs

Am Montag, den 06. März 2017, referiert Herr Dr. Wieland Biedermann, der für das Fach Akustik zuständige Programmdirektor der Gruppe Ingenieurwissenschaften der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), im Vorkolloquium „Karrierewege“. Der Vortrag bietet einen Überblick zum Antrags- und Begutachtungsverfahren, zu Förderformaten und zu Beratungsmöglichkeiten. Er richtet sich insbesondere an Nachwuchswissenschaftler*innen.

DEGA-Mitgliederversammlung

Am Montag, den 6. März 2017, findet um 17:00 Uhr die DEGA-Mitgliederversammlung im Hörsaal D (CAP2, 1. OG, siehe S. 349) 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 finden verschiedene Gremiensitzungen statt. Für die Fachausschuss-Sitzungen der DEGA finden Sie Angaben zu Zeiten und Räumen auf Seite 31; die zugehörigen Einladungen werden im nächsten DEGA-Sprachrohr bekannt gegeben.

Mitgliederversammlung des ALD

Am Dienstag, den 7. März 2017, findet von 13:00 bis 15:00 Uhr die Mitgliederversammlung des Arbeitsrings Lärm der DEGA (ALD) im Hörsaal 3 im Gebäude CAP3 (siehe S. 351) statt. Die Einladung mit Tagesordnung wird im nächsten DEGA-Sprachrohr veröffentlicht.

DEGA-Studierenden- und Promovierenden-Treffen

Auf der DAGA 2017 in Kiel jährt sich die Gründung der Young Professionals als Treffen für junge Akustiker zum 10. Mal. Um dies zu feiern, wird es auf dieser DAGA einen Science-Slam (SoundSLAM) am geselligen Abend geben.

- ***Young Professionals Meeting:***

Dienstag, den 7. März 2017, ab 16:40 Uhr
Hörsaal A (CAP2, EG, siehe S. 349)

Das Young Professionals Meeting findet dieses Jahr zusammen mit der Fachgruppensitzung der Young Professionals statt. Neben den fachgruppenspezifischen Themen, wie beispielsweise der Wahl der Fachgruppenleiter, wird es einen Rückblick auf die Aktivitäten des vergangenen Jahres und einen Überblick über die geplanten Themen des kommenden Jahres geben. Alle Fachgruppenmitglieder und -interessenten sowie Studierende, Promovierende und Berufseinsteiger sind herzlich eingeladen.

- ***Young Professionals – Icebreaker:***

Montag, den 6. März 2017, 15:30 - 17:00 Uhr
Hörsaal C, (CAP2, 1. OG, siehe S. 349)

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.

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, 6. März 2017

15:30 - 17:00	„Young Professionals - Icebreaker“	CAP2-C
17:00	DEGA-Mitgliederversammlung	CAP2-D

Dienstag, 7. März 2017

13:00 - 15:00	Arbeitsring Lärm der DEGA (ALD)	CAP3-HS3
13:20 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Lehre der Akustik	CAP2-A
13:00 - 13:45	DEGA-Fachausschuss Musikalische Akustik	CAP2-B
13:40 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Sprachakustik	CAP2-K
16:40	„Young Professionals Meeting“	CAP2-A

Mittwoch, 8. März 2017

13:40 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Elektroakustik	CAP2-F
13:20 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Fahrzeugakustik	CAP2-Paulsen
13:40 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Hörakustik	CAP2-H
13:00 - 14:00	DEGA-Fachausschuss Ultraschall	CAP2-B
13:00 - 13:40	DEGA-Fachausschuss Virtuelle Akustik	CAP2-H

Donnerstag, 9. März 2017

13:00 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Bau- und Raumakustik	CAP3-HS2
13:40 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Lärm: Wirkungen und Schutz	CAP3-HS3
13:00 - 13:40	DEGA-Fachausschuss Physikalische Akustik	CAP2-F
13:40 - 14:20	DEGA-Fachausschuss Strömungsakustik	CAP2-A

Rahmenprogramm

- *Montag, 6. März 2017, 19:00 - 20:00 Uhr:*
Begrüßungsempfang im Ausstellungsbereich zur Eröffnung der Firmenausstellung (siehe S. 36).
- *Dienstag, 7. März 2017, Einlass ab 19:00 Uhr:*
Geselliger Abend im Fähr- und Kreuzfahrtterminal "Norwegenkai" (Wegbeschreibung siehe S. 346).

Es wird wieder die traditionelle Jam-Session geben. Eigene Beiträge (Jazz-Jam, Solo, Ensembles etc.) sowie technische Anforderungen dafür stimmen Sie bitte bis zum 15.02.2017 mit dem Tagungsteam (*tagungen@dega-akustik.de*) ab.

Anlässlich ihres 10. Jubiläums veranstalten die Young Professionals einen Science-Slam (SoundSLAM) am geselligen Abend. Die Beiträge (5-10 Minuten) zu einem akustischen Thema sollten in lustiger, populärwissenschaftlicher Weise präsentiert werden. Für den Gewinner gibt es einen Preis. Anmeldungen bitte an Daniel Trojer, *junge-dega@dega-akustik.de*.

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

- *Mittwoch, 8. März 2017, ab 19:00 Uhr:*
Nacht der Akustik und Project Lighthouse in CAP2

An diesem Abend soll die Forschung auf dem Gebiet der Akustik in Form von öffentlichen Abendvorträgen in verständlicher und unterhaltsamer Weise einem breiten Publikum nähergebracht werden.

Eine Vortragsübersicht finden Sie auf S. 18.

Treffpunkt ist um 19:00 Uhr im Frederik-Paulsen-Hörsaal.

Neben thematisch weitgefächerten Vorträgen präsentiert das 'Project Lighthouse' ein akustisches Ratespiel. Mithilfe kurzer, langer, lauter und leiser Töne können Wörter geschrieben werden. Die Auflösung wird als Zeit-Frequenz-Analyse auf dem UniHochhaus visualisiert. Weitere Informationen und ein Video zum Projekt finden Sie unter <http://www.daga2017.de/rahmenprogramm/nacht-der-akustik/>. Die Runden des Ratespieles werden zwischen den Vorträgen eingeflochten. Die richtig erratenen Lösungen werden mit einem akustischen Präsent belohnt.

Das Project Lighthouse wird wissenschaftlich begleitet von 'KiSOC' (Kiel Science Outreach Campus). Ziel von 'KiSOC' ist es, Wissenschaft erlebbar zu machen.

- **Fachexkursionen**

Auch zur DAGA 2017 werden interessante Fachexkursionen angeboten. Informationen dazu finden Sie ab Anfang Februar unter www.daga2017.de/programm/rahmenprogramm

DAGA in Bewegung - Sportprogramm

Bewegung erhöht die Konzentration! Es erwartet Sie ein wissenschaftlich begleitetes Sportprogramm für alle Interessierten zur Verbesserung und Aktivierung der geistigen Aufnahmefähigkeit und zum Networking.

- Frühaufsteher können in der nahegelegenen Unischwimmhalle (Ols hausenstraße 70-74, Wegbeschreibung siehe S. 346) schwimmen. Eine Frühstücksmöglichkeit befindet sich in unmittelbarer Nähe.
- Während der Mittagspause kann - wer will - beim Klang-Yoga entspannen.
- Mit dem morgendlichen „Walking bus“ haben Kongressteilnehmer die Möglichkeit, über eine geführte Tour an Kieler Sehenswürdigkeiten vorbei zu Fuß im Schritttempo zum Kongress zu gelangen.

Wissenschaftlich begleitet wird das Sportprogramm vom Institut der Sportwissenschaften der CAU. Die Teilnahme ist freiwillig und kostenlos. Bitte Sportsachen und Badehose nicht vergessen!

Details zum Programm finden Sie ab Anfang Februar unter www.daga2017.de/programm/rahmenprogramm

Aussteller und Sponsoren

Unterstützer und Sponsoren

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

- **Gold-Sponsor:**

- BSW Berleburger Schaumstoffwerk GmbH, Bad Berleburg



- **Silber-Sponsoren:**

- dBVibroAcoustics s.r.o., Prag



- HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath



- NTi Audio GmbH, Essen



- **Bronze-Sponsor:**

- Müller-BBM Gruppe, Planegg



Tagungsbegleitende Ausstellung

Die Firmenausstellung bietet ein Forum für Kontakte und den Informationsaustausch zwischen Theorie und Praxis. Sie findet vom 7. bis zum 9. März 2017 im Ausstellerzelt vor dem CAP2-Gebäude sowie in CAP2 selbst im Erd- und Obergeschoss (siehe S. 349) statt.

Wenn Sie als Firma an der Firmenausstellung teilnehmen möchten, finden Sie nähere Informationen, Lagepläne und das Anmeldeformular unter www.daga2017.de → „Ausstellung“ (Standanmeldung bis Ende Januar 2017).

Bis zum 04. Januar 2017 haben sich folgende Firmen zur Ausstellung angemeldet:

- 01dB
- ADMESS Vertriebs GmbH
- AMC SCHWINGUNGSTECHNIK
- ARRK Engineering
- BASF SE
- BASWA acoustic Deutschland GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH
- BSW Berleburger Schraustoffwerk GmbH
- CADFEM GmbH
- CAE Software und Systems GmbH
- Cervus Consult GmbH
- Comsol Multiphysics GmbH
- DataKustik GmbH
- ESI GmbH
- Free Field Technologies
- G.R.A.S. - Sound & Vibration A/S
- Gerriets GmbH
- Getzner Werkstoffe GmbH
- gfa tech GmbH
- HEAD acoustics GmbH
- HEAD-Genuit-Stiftung
- IAC Acoustics Deutschland
- Kistler Instrumente GmbH
- M Plan GmbH
- Microflown Technologies BV
- Microtech Gefell GmbH
- Müller-BBM GmbH
- Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH
- Norsonic - Tippkemper GmbH
- Novicos GmbH
- NTi Audio GmbH
- Odeon A/S
- PCB Synotech GmbH
- Polytec GmbH

- Siemens Industry Software GmbH
- SINUS Messtechnik GmbH
- Soundinsight BV
- SoundPLAN GmbH
- Soundtec GmbH
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden
- Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
- SVANTEK Deutschland GmbH
- TEXAA
- Wölfel Monitoring Systems GmbH + Co. KG
- XARION Laser Acoustics GmbH

Eröffnung der Ausstellung mit Begrüßungsempfang

Die Firmenausstellung wird am Montag, den 06.03.2016, mit einem Begrüßungsempfang um 19 Uhr im Ausstellungsbereich eröffnet. Alle Teilnehmer und Aussteller sind herzlich eingeladen.

Stellenanzeigen und Auslage von Werbung

Am Tagungsort dürfen Stellenanzeigen (A4-Format) nur am zentralen schwarzen Brett vor dem Tagungsbüro ausgehängt werden, und zwar zu einer Nutzungsgebühr von 0,- € (für Hochschulen), 100,- € (für DEGA-Fördermitglieder) bzw. 150,- € (für Firmen und sonstige Institutionen), jeweils zzgl. MwSt.

Werbeauslagen auf den Cateringflächen und Stehtischen sind nicht erwünscht und werden unverzüglich entsorgt.

Anmeldung zur DAGA

Anmeldung zur Teilnahme an der Tagung

Die Anmeldung zur Teilnahme ist im Internet unter

www.daga2017.de (→ „Anmeldung“)

bis zum 28. Februar 2017 möglich. Danach ist die Anmeldung ausschließlich 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 ^(e)	nein	ja	nein	70,-	80,-
6	nein	ja	nein	60,-	70,-
7	ja	ja	nein	30,-	40,-
8 ^(f)	ja / nein	ja	nein	0,-	0,-

(a): Mitglied in DEGA, VDI, DPG, ITG, VDT, EAA-Mitglieds-
gesellschaft

(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 2017

(d): bei Anmeldung ab dem 1. Februar 2017

(e): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme plus Neu-Mitgliedschaft in der
DEGA im Jahr 2017

(f): Kostenfreie Teilnahme für Studierende; gilt nur für die ersten 50
Studierenden, die erstmalig an einer DAGA teilnehmen und kei-
nen wissenschaftlichen Beitrag einreichen wollen

Das *Paketangebot* für Nicht-DEGA-Mitglieder umfasst neben der Ta-
gungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inklu-
sive des Mitgliedsbeitrags für das Jahr 2017. Es ist aufgrund der gerin-
gen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv. Nach Ab-
lauf des Jahres 2017 verlängert sich die Mitgliedschaft automatisch; es
gelten dann die regulären Mitgliedsbeiträge. Sollten Sie an einer wei-
terführenden Mitgliedschaft nicht interessiert sein, teilen Sie dies der
DEGA-Geschäftsstelle bis spätestens vier Wochen vor Ablauf des Jah-
res schriftlich mit.

Fahrausweis

Alle registrierten Teilnehmer erhalten vor Ort einen Tagungsausweis, der als Fahrausweis für beliebige Fahrten mit den VRK-Verkehrsmitteln im Zeitraum vom 6.-9. März 2017 gilt.

Geltungsbereich: 4000 Kiel inkl. Überlappungs- und Sonderbereiche (3110, 3130, 3140, 5120, 5130, 5140) in allen Bussen und Zügen des Nahverkehrs (2. Kl) für beliebig viele Fahrten.

Tagungsband

Die Manuskripte der Beiträge zur Tagung (Vorträge und Poster) werden online veröffentlicht.

Jeder registrierte Tagungsteilnehmer erhält Zugang zu diesem Repository ab Frühjahr 2017.

Wichtige Fristen zur DAGA 2017

- 31. Januar 2017: letzter Termin für die Anmeldung mit den günstigsten („frühen“) Teilnahmegebühren
- 15. Februar 2017: letzter Termin zur Einreichung eines Late Poster
- 27. Februar 2017: Einsendeschluss für Bewerbungen für die DAGA-Posterprämierung (siehe S. 42)
- 17. März 2017: letzter Termin zur Manuskript-Einreichung (siehe S. 43)
- Frühjahr 2017: E-Mail-Versand der Zugangsdaten zum Online-Tagungsband

Hinweise für Autoren

Mündliche Vorträge

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

- **15 min** Vortrag,
- **3 min** Diskussion und
- **2 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.

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 der Präsentation vorzugsweise im Format 16:9) 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 20. Februar 2017 per E-Mail an tagungen@dega-akustik.de angemeldet werden.

Es sollten möglichst keine eigenen Laptops zur Präsentation verwendet werden.

Zentrale Medienannahme

Vortragende werden gebeten, ihre Präsentation auf USB-Stick spätestens 30 Minuten vor Beginn der Vortragssitzung in der zentralen Medienannahme (Senatsitzungssaal im Erdgeschoss des CAP2-Gebäudes neben dem Tagungsbüro, S. 349) aufzuspielen.

Fachpersonal steht zur Unterstützung bereit.

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

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

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 dem USB-Stick zu speichern.

Weiterhin wird es 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 rechtzeitig per E-Mail.

Poster

Die Poster werden zentral in einer Posterausstellung im Erdgeschoss des CAP2-Gebäudes (siehe S. 349) präsentiert. Die Posterausstellung hat als Diskussionsforum während der Tagung einen hohen Stellenwert. Daher gibt es auch zur DAGA 2017 für alle Posterautor(inn)en die Möglichkeit, auf das Poster in Form einer **Kurzvorstellung** (1 Minute) innerhalb einer thematisch passenden Sitzung hinzuweisen.

Die Posterkurzvorträge sind in den tabellarischen Übersichten ab Seite 12 integriert. Im Anschluss an die Kurzvorträge wird die Möglichkeit zur intensiven Diskussion an den Postern geboten.

Darüber hinaus werden die Autoren gebeten, für Fragen und Diskussionen am jeweiligen Tag des Kurzvortrags bei ihren Postern zur Verfügung zu stehen, und zwar an folgenden Terminen:

Dienstag (07.03.2017), 16:00 - 16:40 Uhr (S. 12-13)

Mittwoch (08.03.2017), 16:00 - 16:40 Uhr (S. 16-17)

Donnerstag (09.03.2017), 11:20 - 12:00 Uhr (S. 20-21)

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

Die Poster werden täglich gewechselt. 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 18:00 Uhr abzuhängen. Poster, die nach 18:00 Uhr noch hängen, werden entsorgt.

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.

Im Tagungsbuch wird einer Poster-Präsentation der gleiche Umfang eingeräumt wie einem mündlichen Beitrag.

Posterpreis

Die besten Poster werden mit einem Posterpreis ausgezeichnet. Die Bewertung erfolgt durch eine Jury, und die Bekanntgabe der Preisträger(innen) ist für Donnerstag vor dem Plenarvortrag vorgesehen.

Zur Bewerbung um den Posterpreis werden alle interessierten Poster-Autor(inn)en gebeten, ihr Poster in Form einer PDF-Datei bis spätestens **Montag, den 27.02.2017 per E-Mail an die DEGA-Geschäftsstelle** zu senden (dega@dega-akustik.de).

Voraussetzung für die Preisvergabe ist, dass das Poster während der DAGA-Tagung tatsächlich präsentiert wird.

Late Poster

Die Frist zur Anmeldung eines mündlichen Vortrags ist bereits am 1. November 2016 abgelaufen. Es besteht aber die Möglichkeit, bis zum 15. Februar 2017 ein „Late Poster“ anzumelden. Dies beinhaltet – wie für Vorträge und Poster auch – einen vierseitigen Beitrag im Tagungsband. Die Anmeldung erfolgt online unter www.daga2017.de → „Autoren“

Copyshop

Für den Posterdruck eignen sich z.B. folgende Copyshops vor Ort:

DocuLounge
Westring 395
24118 Kiel
[https://printservices.ricoh.de](http://printservices.ricoh.de)

oder

Copy-Digitaldruck Shop Kiel
Knooper Weg 142
24105 Kiel
<http://www.copy-digitaldruck.de>

Abgabe der Manuskripte

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

www.daga2017.de/autoren

bis **spätestens zum 17. März 2017** abzugeben. Verspätet abgegebene Beiträge können nicht für den Tagungsband berücksichtigt werden.

Die Länge des Tagungsbeitrages ist auf vier DIN-A4-Seiten begrenzt. Das Layout der Manuskripte im Tagungsband soll einheitlich sein und ist somit vorgegeben. Vorlagen für Word und L^AT_EX sowie weitere Hinweise dazu stehen auf der Webseite www.daga2017.de unter „Autoren → Hinweise Manuskript“ zur Verfügung.

Auszeichnungen der DEGA

Helmholtz-Medaille für Prof. Armin Kohlrausch

Die Helmholtz-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Akustik für das Jahr 2017 wird an Prof. Dr. rer. nat. Armin Kohlrausch verliehen. Herr Kohlrausch erhält die Medaille als Anerkennung für seine herausragenden Beiträge zur binauralen Psychoakustik, zur auditorischen Modellierung und zur multisensorischen Wahrnehmung.

Armin Kohlrausch absolvierte seine akademische Ausbildung am 3. Physikalischen Institut der Universität Göttingen. Nach seinem Physik-Diplom promovierte er bei Prof. Dr. Manfred Schröder im Jahr 1984 zum Thema binaurale Psychoakustik. Es schloss sich eine erfolgreiche Forschungs- und Lehrtätigkeit als akademischer Rat an. Im Jahr 1991 wechselte Armin Kohlrausch zum Philips Forschungslabor nach Eindhoven (Niederlande), wo er seit 2004 auch als Research Fellow tätig ist. Zudem wurde er im Jahr 1998 zum Professor an die TU Eindhoven berufen.

In seiner wissenschaftlichen Laufbahn hat er die Psychoakustik nachhaltig geprägt. Im Mittelpunkt seiner Forschung steht die Wahrnehmung und Verarbeitung akustischer Signale durch das Hörsystem, einschließlich der physiologischen, nichtlinearen, binauralen, multimodalen und kognitiven Aspekte. Armin Kohlrausch ist Autor zahlreicher Publikationen und hat eine Vielzahl von Doktoranden zur Promotion geführt. Zu seinen herausragenden wissenschaftlichen Arbeiten gehören die quantitative Modellierung der zeitlich-spektralen Signalverarbeitung im menschlichen auditorischen System sowie seine Arbeiten zu den Mechanismen der binauralen Signalanalyse in zeitlich komplexen Störgeräuschen.

Auch eine Vielzahl ehrenamtlicher Aktivitäten zeichnen Armin Kohlrausch aus. So hat er vor allem in der DEGA als Gründungsmitglied von Anfang an aktiv mitgewirkt, u. a. als Leiter des Fachausschusses Höraukustik (1997-2003), als Vorstandsmitglied (2008-2013) und als Koordinator des Projekts „zur Geschichte der Psychoakustik in Deutschland zwischen 1900 und 1950“. Er hat das erste EAA-Symposium zum Thema „Psychoacoustics in Industry and Universities“ organisiert (1997), und er war Gründer und langjähriger Sprecher des Technical Committee „Physiological and Psychological Acoustics“ der EAA. Als Associate Editor war er bei mehreren akustischen Fachzeitschriften tätig.

Die Deutsche Gesellschaft für Akustik freut sich, Armin Kohlrausch für sein umfangreiches wissenschaftliches Schaffen und sein vielfältiges Engagement mit der Helmholtz-Medaille auszeichnen zu können.

Der Vorstand der DEGA

Lothar-Cremer-Preis für Dr. Thomas Geyer

Der Lothar-Cremer-Preis der Deutschen Gesellschaft für Akustik für das Jahr 2017 wird an Dr.-Ing. Thomas Geyer verliehen. Herr Geyer erhält diesen Preis für junge Nachwuchswissenschaftler als Anerkennung für seine innovativen und wegweisenden Arbeiten auf den Gebieten der Strömungsakustik und der technischen Lärminderung.

Nach seinem Diplom-Abschluss im Fach Elektrotechnik an der TU Dresden (2006) hat er seine Promotion an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus zum Thema „Schallentstehung an der Hinterkante poröser Tragflügelprofile“ im Jahr 2011 abgeschlossen. Danach ist er in Cottbus geblieben und bis heute als wissenschaftlicher Mitarbeiter in Forschung und Lehre tätig.

Ausgehend von seinen Arbeiten zur Strömungsakustik hat er zahlreiche Themen bearbeitet, die an andere Fachgebiete angrenzen, und zwar sowohl in der Grundlagenforschung (Biologie, Aerodynamik) als auch in der industriellen Anwendung (Lärminderung an Automobilen, Schienenfahrzeugen, Ventilatoren). Besonders hervorzuheben sind seine Beiträge zur Übertragung der Mechanismen des leisen Eulenflugs auf technisch relevante Anwendungen. Im Rahmen der vom ihm bearbeiteten Forschungsvorhaben initiierte er erfolgreiche Kooperationen mit Wissenschaftlern aus Großbritannien, Neuseeland, Australien und den USA. Er war bereits an zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen beteiligt, und ist auch als Erstautor für mehrere viel beachtete Aufsätze in internationalen Fachzeitschriften verantwortlich. Die Lehrveranstaltung „Lärmarmes Konstruieren“ hat er selbst konzipiert und hält diese seit einigen Jahren. Er ist regelmäßig als Gutachter für internationale Fachzeitschriften tätig.

So hat sich Thomas Geyer zu einem erfolgreichen Forscher entwickelt, von dem auch in Zukunft viele Beiträge in einem weiten Themenfeld zu erwarten sind. Die DEGA freut sich, einen solch engagierten und international anerkannten jungen Akustiker auszuzeichnen.

Der Vorstand der DEGA

DEGA-Studienpreise

- **M.Sc. Christina Mittag** für ihre Masterarbeit
„Entwicklung und Evaluierung eines Verfahrens zur Synthese von binauralen Raumimpulsantworten basierend auf räumlich dünnbesetzten Messungen in realen Räumen“
an der Technischen Universität Ilmenau (siehe Vortrag S. 189)
- **B.Sc. Gregor Peters** für seine Bachelor-Arbeit
„Influence of Synthetic Mucus and Asymmetric Vocal Folds on Phonation“ an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (siehe Vortrag S. 130)

DEGA Student Grants

Die DEGA vergibt wieder Zuschüsse zum Besuch der DAGA-Tagung, um jungen Akustikerinnen und Akustikern die Teilnahme zu erleichtern. Zur DAGA 2017 werden einen „DEGA Student Grant“ erhalten:

- Johannes Brand, Wien (Poster S. 280)
- Philipp Hall, Cottbus (Vortrag S. 116)
- Martin Heroldt, Bingen/Berlin (Poster S. 222)
- Christoph Hiltner, Ingolstadt (Vortrag S. 224)
- Norbert Kolotzek, München (Vortrag S. 329)
- Ina Medebach, Berlin (Vortrag S. 99)
- Tobias A. Michaelis, Braunschweig (Poster S. 152)

Plenarvorträge

Di. 11:00 CAP2-Paulsen

Plenarvorträge Dienstag

Von "Die Lehre von den Tonempfindungen" bis zu TWO!EARS: Entwicklungslinien in der Psychoakustik

Armin Kohlrausch

(Empfänger der Helmholtz-Medaille)

Philips Research Laboratories / TU Eindhoven

Im Rahmen dieses Plenarvortrages möchte ich einen Bogen schlagen vom psychoakustischen Hauptwerk des Medaillen-Namensgebers, dessen Titel ich hier nur verkürzt wiedergegeben habe, bis in die heutige Zeit. Einhundertundfünfzig Jahre in 45 Minuten. Damit verbinde ich zwei meiner Interessen, das Studium der akustischen Wahrnehmung und die Wissenschaftsgeschichte. Im Vortrag will ich mich auf einige wenige Aspekte konzentrieren, die damals wie heute wissenschaftlich interessant sind und deren Bedeutung weit über das engere Fachgebiet der Psychoakustik hinausgeht. Einerseits das Verstehen der mechanischen Funktion des Innenohres, genauer der Basilarmembran, und deren Funktion für die menschliche Wahrnehmung. Helmholtz hat dazu seine Resonanztheorie entwickelt, ohne damals (das Buch erschien erstmals 1863) die anatomischen Details der zellulären Strukturen im Innenohr zu kennen. Eine zweite Frage, lange Zeit kontrovers diskutiert, betrifft die Empfindlichkeit der menschlichen Wahrnehmung für die Phase einzelner Signalkomponenten bei monauraler Signaldarbietung. Ein letzter Punkt, der dann zum EU-Projekt TWO!EARS führt, betrifft die räumliche Wahrnehmung und wie sie es uns erlaubt, unsere Umgebung aktiv zu erkunden und im Sinne unserer Intentionen zu interpretieren. Dieses Projekt kombiniert und integriert akustische Modellierung, räumliches Hören und multisensorische Stimuli.

Di. 12:00 CAP2-Paulsen

Plenarvorträge Dienstag

Digitale Signalverarbeitung am, im und unter Wasser

Ulrich Heute

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

DAGA in Kiel, Kiel am Meer, Kieler Arbeitsgruppe Digitale Signalverarbeitung - die Suche nach Querverbindungen liegt nahe.

Beim Stichwort Meer denkt man ja vielleicht intuitiv an Rauschen - Rauschreduktion ist ein altes Thema der digitalen Verarbeitung akustischer Signale; verallgemeinert ist die Bekämpfung von störendem Geräusch oder Lärm ein DAGA-Kern. Auf der Wasseroberfläche machen sich Schiffe - besonders die schnellen - durch Motorengeräusche bemerkbar. Gerade im vermeintlichen "Ort der Stille" unter Wasser gibt es ebenfalls zahlreiche von Menschen (an sich unbeabsichtigt) verursachte Lärmquellen wie Schiffsschrauben- oder Bohr- und Rammgeräusche

bei der Erstellung von Plattformen aller Art, aber auch absichtlich generierte Geräusche wie die "Pings" von Echoloten oder Sonaren zur Kollisionsvermeidung, dazu mit ähnlichem Zweck erzeugte Laute von Walen und Delphinen, die sich hiermit auch verständigen. Das hat wiederum zu tun mit Unterwasser-Telefonie und akustischer Datenübertragung unter Wasser.

Die Verwendung von "nützlichem Lärm" zum Schutz von Lebewesen oder Material sowie der Schutz von Lebewesen vor - nützlichem wie nutzlosem - Lärm erfordern Techniken zur Erzeugung und Kontrolle von Signalen, zu ihrer Analyse und deren Auswertung sowie zur Nutzung der so gewonnenen Informationen, die - selbstverständlich - eine digitale Signalverarbeitung voraussetzen.

Anhand dreier maritimer Projekte zum "Schutz vor Lärm" wie "Lärm zum Schutz" werden entsprechende Kieler Forschungsarbeiten skizziert.

Mi. 12:00 CAP2-Paulsen

Plenarvortrag Mittwoch

Hörgeräte heute und in Zukunft: Signalverarbeitung mit neuen Verbindungen

Henning Puder^{a,b}

^a*Sivantos GmbH*; ^b*TU Darmstadt, Graduate School CE*

Die großen Fortschritte, die seit Einführung der digitalen Hörgeräte vor weniger als 20 Jahren gelungen sind, gehen inzwischen schon sehr weit: Schwerhörende mit Hörgeräten zeigen in bestimmten gestörten Umgebungen besseres Sprachverständnis als Normalhörende. In dem Vortrag wird dargestellt, welche Technologien den Weg dahin geebnet haben, so z.B. Geräuschreduktion, Richtmikrofonie, Rückkopplungsunterdrückung, aber auch Steuerungsverfahren, die die Hörgeräte automatisch an die jeweilige Hörsituation anpassen. Rechte und linke Hörgeräte sind seit mehr als zehn Jahren drahtlos miteinander verbunden und tauschen inzwischen vollständige Audiosignale aus - ein Fortschritt, mit dem binaurale Richtmikrofonie und das erwähnte merklich verbesserte Sprachverständnis möglich wurden. Erste Schritte zur Anbindung von Hörgeräten an externe Geräte wurden schon gegangen: Musik und auch Telefongespräche werden, drahtlos aus Smartphones gesendet, in Hörgeräten empfangen. Auch viele Hörgeräte-Einstellungen lassen sich nun bequem mit Smartphones vom Hörgeräteträger verändern. In Zukunft werden die Verbindungen nach außen, sei es zu Smartphones oder auch zu anderen Geräten oder Sensoren, vielfältiger werden und Hörgeräte in eine vernetzte Umwelt einbinden. Einige Möglichkeiten dazu werden in diesem Vortrag skizziert.

Do. 12:00 CAP2-Paulsen

Plenarvortrag Donnerstag

Vom Eulenflügel zum leisen Tragflügel

Thomas Geyer

(Empfänger des Lothar-Cremer-Preises)

BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Technische Akustik

Eulen sind allgemein für ihren nahezu lautlosen Flug bekannt, den sie neben ihrer geringen Fluggeschwindigkeit drei speziellen Eigenschaften ihres Gefieders verdanken: kleinen Haken an der Flügelvorderkante, Fransen an der Hinterkante sowie ein die Flügeloberfläche bedeckender, sehr weicher und luftdurchlässiger Flaum. Motiviert von diesen Anpassungen entstanden in den letzten Jahren eine Vielzahl von möglichen Techniken zur Reduktion des an Tragflügeln sowie an Schaufeln von Ventilatoren und Windrädern entstehenden Schalls. Dies zielt sowohl auf die Schallentstehung durch die Interaktion einer turbulenten Zuströmung mit der Vorderkante des Tragflügels (Vorderkantenschall) sowie auf die Schallentstehung durch die Wechselwirkung der profileigenen Grenzschicht mit der Hinterkante (Hinterkantenschall) ab.

Im ersten Teil des Beitrags werden verschiedene Möglichkeiten zur Bestimmung des Fluggeräusches von Eulen im Vergleich zu nicht leise fliegenden Vögeln vorgestellt. Das umfasst zum einen Messungen an Flügelpräparaten in einem aeroakustischen Windkanal, zum anderen Überflugmessungen an frei fliegenden Vögeln. Im zweiten Teil werden verschiedene Konzepte zur Reduktion des Umströmungsgeräusches an technischen Tragflügeln diskutiert. Zur Demonstration werden dabei verschiedene Beispiele aus vergangenen experimentellen Studien an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus - Senftenberg gezeigt. Dazu gehören gezähnte Vorderkanten, Vorderkantenhaken sowie die Modifikation der Tragflügelprofile mit porösen, strömungsdurchlässigen Materialien.

Preolloquium: Hydroacoustics

Mo. 13:00 CAP2-K

Preolloquium: Hydroacoustics

Introduction

Mo. 13:10 CAP2-K

Preolloquium: Hydroacoustics

Selected acoustic images of Gdansk Bay

Eugeniusz Kozaczka, Grazyna Grelowska and Wojciech Szymczak

Gdansk University of Technology

The main goal of the paper is to describe the results of sounding the Gdansk Bay sea bed by using a parametric sub-bottom profiler, multibeam echosounder and side scan sonar. Quality of data obtained during trials depends inter alia on a proper location of antenna to reduce influence of pitch, roll and heave motions as well as ship noise (resulting from bubbles due to propeller and flow around hull, vibration generated by main engine and peripheral devices). Furthermore, calibration of complementary units (which fulfil information of sounding data) such as GPS, heading sensor, MRU-Z motion sensor and navigation devices make sea-bed investigating system capable of working with its whole capability. Results of so prepared trials have been presented and discussed. They contain also an elaborated map of Gdansk Bay with preliminarily classified sea bed materials and description of most interesting areas.

Mo. 13:35 CAP2-K

Preolloquium: Hydroacoustics

Hydroacoustic Research at WTD 71

Uwe Kretschmer

Wehrtechnische Dienststelle 71

The Bundeswehr Technical Center for Ships and Naval Weapons, Maritime Technology and Research (WTD 71) is since its merger between the former Bundeswehr Technical Centre (WTD 71) and the Bundeswehr Underwater Acoustics and Geophysics Research Institute (FWG) a federal institution with research tasks. All research projects at WTD 71 are determined in the research programme of WTD 71. The emphasis is in the field of hydro acoustics and its application for our navy. In the presentation an overview about the hydro acoustic research activities and the facilities at WTD 71 will be given, touching applications like acoustic modeling, mine counter measures or signatures.

Mo. 14:00 CAP2-K

Precolloquium: Hydroacoustics

Multibeam sonar data processing for seafloor classification

Zbigniew Lubniewski, Andrzej Stepnowski and Dariusz Sek

Gdansk University of Technology

Remote sensing of the seafloor constitutes an important topic in exploration, management, protection and other investigations of the marine environment. At the beginning of the paper, a short review on underwater acoustic technology and methodology used in seafloor characterisation is presented, consisting of the techniques based on the use of single-beam echosounders and seismic sources, further developed for the use of sidescan sonar and multibeam sonar systems. The review is followed by the combined approach to seafloor characterisation developed by the authors. This relies on calculation of several descriptors (parameters) related to seabed type using three different types of multibeam sonar data obtained during seafloor sensing, viz.: 1) the grey-level sonar images (echograms) of seabed, 2) the 3D model of the seabed surface which consists of bathymetric data, 3) the set of time domain bottom echo envelopes received in consecutive sonar beams. The proposed methodology has been tested using field data records acquired from several bottom types in the Southern Baltic Sea. Using the examples of particular parameters, the influence on the specific manner and details regarding their calculation, i.e. the size of the applied current local window to a sonar image, on the obtained classification performance is also discussed.

Mo. 14:50 CAP2-K

Precolloquium: Hydroacoustics

Hydroacoustic in the deep sea, using ship- and AUV-based technology for deep sea mining impact assessments

Jens Greinert

GEOMAR

The deep sea is the largest habitat on Earth and its exploration has only started. Hydroacoustic remote sensing techniques, as ship based multibeam systems, are commonly used to map the seafloor for scientific and commercial purposes. In water depths greater than 3000m they lack the ability of mapping the seafloor in a resolution high enough to detect and distinguish the natural heterogeneity of the deep sea 'abyssal plains' which is important to fully understand ecosystems and to quantitatively evaluate resource potentials or geo-hazards. A nested approach using ship-based hydroacoustic mapping linked to AUV-deployments for multibeam, sidescan sonar and photographic surveys allow a much more detailed understanding of the deep sea which is, as heterogeneous as the land surface. In 2015, the new research vessel SONNE, equipped with an EM122 (0.5x0.5° beam angel) mapped several Mn-nodule License Areas in the equatorial East Pacific (CCZ) to understand their differences and elaborate on their resilience and recovery potential in case of deep sea mining. Different acoustic and imagery data sets will

be presented and obstacles during data acquisition and processing will be highlighted.

Mo. 15:15 CAP2-K

Precolloquium: Hydroacoustics

Propeller pressure pulses influence on an underwater noise emission of the NAWIGATOR XXI vessel

Mateusz Weryk

Ship Design and Research Centre CTO, Gdansk

NAWIGATOR XXI is a research and training vessel owned by the Maritime University of Szczecin. This vessel was used as a reference ship for performing underwater noise measurements within EU FP7 AQUO (Achieve Quieter Oceans by shipping noise footprint reduction) Project. European Project AQUO is focused on finding solutions to mitigate underwater noise related to maritime transport, in order to achieve a good environmental status consistent with the objectives of the European Marine Strategy Framework Directive. In this article measurements and measurement results of vibration related to the emitted underwater noise are presented - measurements were performed by Ship Design and Research Centre (CTO S.A.).

Mo. 15:40 CAP2-K

Precolloquium: Hydroacoustics

An Introduction to Real-time Cognitive SONAR Systems Utilizing Novel MIMO Approaches

Thorben Kaak and Gerhard Schmidt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Cognitive systems have drawn the attention of researchers since several years. Different approaches have been proposed for RADAR as well as communication applications and recently also for SONAR systems. In contrast to a classical SONAR system the operator does not need to adjust the system parameters to account for changes in the environment or consider the potential type of the target (e.g. mammal, diver, submarine, etc.) to achieve an increased performance of the system regarding detection and tracking. Cognitive systems are capable to achieve such a performance gain without the assistance of a human being but essentially due to a feedback loop of the receive signal processing to the transmit signal processing. The cognition of the system is achieved by a control unit which extracts the relevant information and adapts the parameters of the system according to a certain pattern. In this work a sketch of a system capable of real-time processing (i.e. following certain boundary conditions) based on the one proposed by Claussen et al. is presented. In addition, the idea of MIMO SONAR is shortly introduced and its application for cognitive systems is motivated.

Mo. 16:05 CAP2-K

Precolloquium: Hydroacoustics

GERTRUDE - 80 years underwater telephonyIvor Nissen*Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG*

100 years ago, a great step for underwater telegraphy (U.T.) was done in Kiel. Twenty years later, the transmission of voice via underwater telephony (UT) followed. In this paper, the first steps are covered with historical documents, ranging to the latest developments of Software Defined Radios are presented vividly.

Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Mo. 13:00 CAP2-D Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Begrüßung und Einführung

Mo. 13:10 CAP2-D Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Speech Quality Evaluation in Vehicles

Hans Wilhelm Gierlich und Frank Kettler

HEAD acoustics GmbH

The application of speech based services in cars is getting increasingly important and consequently speech quality evaluation in vehicles is an important topic. Besides speech recognition and in-car communication the major speech based application in cars is still hands-free communication. If properly implemented hands-free communication allows a seamless communication without too much distracting the driver from his driving task. In this context it needs to be considered that the hands-free speech processing in the vehicle but the wirelessly connected drivers' mobile phone as well may influence the overall performance. An overview will be given about the state of the art car hands-free measurements including upcoming tests for super-wideband and fullband hands-free communication. The presentation will include the different aspects of conversational speech such as talking, listening and conversation. Furthermore specific requirements as they exist for example in emergency communication will be discussed.

Mo. 13:35 CAP2-D Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Automatic Evaluation of In-Car Communication Systems

Gerhard Schmidt und Anne Theiß

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Due to large background noise levels the communication in cars driven at medium or high speed is not easy. Recently, systems that should improve this situation entered the market. Those systems, called in-car communication (ICC) systems, record the voice of the driver and the other passengers and - after several stages of processing (such as noise and feedback suppression) - play these signals back via loudspeaker located close to the listeners' ears. In this contribution, a tool for automatic evaluation of these systems is proposed. We start with a classification of the car (including the audio equipment) in which the system is installed. Afterwards several measures that should determine the quality of the ICC system are described. In addition, measures that allow root-cause analysis in case of non-optimal results are proposed. The contribution closes with a simple diagram scheme is shown that allows for clear and easy result visualization.

Mo. 14:00 CAP2-D

Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Approximation of the Optimum Stepsize for Acoustic Feedback Cancellation Based on the Detection of Reverberant Signal PeriodsPhilipp Bulling^a, Klaus Linhard^a, Arthur Wolf^a und Gerhard Schmidt^b^a*Daimler AG; ^bChristian-Albrechts-Universität zu Kiel*

A major challenge in acoustic feedback cancellation is the strong correlation between excitation signal and error signal, caused by the closed electro-acoustic loop. Due to this correlation, the convergence rate of adaptive algorithms, such as the NLMS, is slowed down. It was shown in a recent publication that the convergence can be improved to a large extent by using a reverb-based stepsize control. This stepsize control aims at increasing the stepsize during reverberant signal periods and decreasing the stepsize during local speech activity. Caused by reverberation of the acoustic system, there is still energy in the system immediately after local speech periods. This reverberation can be exploited to adapt the filter, since the signals are not correlated here. In this paper, the reverb-based stepsize control is further improved. Therefore, the gain in the forward path of the closed-loop system is controlled with the system distance. It is shown that in this case, the reverb-based stepsize can be interpreted as an approximation of the theoretically optimal stepsize. The proposed method uses a frequency domain NLMS algorithm for feedback cancellation. An overlap-save filterbank is used to transfer the signals to the frequency domain. The target application is an in-car communication system.

Mo. 14:45 CAP2-D

Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Detection of Voiced Speech and Pitch Estimation for Applications with a Low Spectral ResolutionSimon Grafa^a, Nabeel Zaidi^a, Tobias Herbig^a, Markus Buck^a und Gerhard Schmidt^b^a*Acoustic Speech Enhancement Research, Nuance Communications Deutschland GmbH; ^bChristian-Albrechts-Universität zu Kiel*

Speech enhancement algorithms are employed in many applications, such as hands-free telephones, or speech recognizers, to recover a speech signal that is recorded in a noisy environment. In automotive environments, the noise particularly affects the low frequencies that are relevant for voiced speech. Detection of voiced speech sections and estimation of the pitch frequency help to reconstruct the harmonic structure of voiced speech and to enhance the speech signal. Many algorithms were introduced to detect voiced speech and estimate the pitch. Most of them rely on a high spectral resolution that is achieved by employing long window lengths. However, some applications, such as in-car-communication (ICC) systems, have to deal with short windows in order to reduce computational costs and to ensure low system latencies.

Resolving the pitch is difficult in this case. Spectral refinement techniques have been introduced to increase the spectral resolution by combining multiple consecutive low-resolution spectra. Using these techniques, standard pitch estimation algorithms can be applied even though the resolution of the original spectrum was too low. In this paper, we analyze the performance of pitch estimation using spectral refinement techniques and introduce an alternative approach that explicitly takes into account the short windows of ICC applications.

Mo. 15:10 CAP2-D Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Echtzeitsystem zur mehrkanaligen Breitbandtelefonie

Marco Gimm, Katharina Rebbe and Gerhard Schmidt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Auch in Zeiten von immer größeren Übertragungsraten werden heutzutage immer noch lediglich geringe Teile des Sprachspektrums bei der mobilen Telefonie übertragen. Dies wirkt sich vor allem negativ auf die Sprachqualität aus. Neue Standards wie HD-Voice sollen Abhilfe schaffen und ermöglichen eine höhere Bandbreite. Eine weitere Entwicklung der letzten Jahre ist, dass mobiles Telefonieren immer günstiger geworden ist. Bei vielen Anbietern kann für einen festen monatlichen Betrag unbegrenzt viel telefoniert werden. Auch besitzt heute nahezu jeder Mensch mindestens ein Mobiltelefon. Ein anderer Ansatz zur Verbesserung der Sprachqualität -neben HD-Voice- ist es mehrere Mobilfunkverbindungen parallel für ein einzelnes Gespräch zu nutzen, um so die Bandbreite zu erhöhen. Der Vorteil ist die Modularität, sodass hierbei auch höhere Bandbreiten sowie die Stereotelefonie möglich sind. Dazu wird zunächst ein Modulationsverfahren vorgestellt, welches erlaubt ein breitbandiges Sprachsignal in verschiedene Frequenzbänder zu zerteilen und außerdem eine Referenz einzuprägen. Anschließend kann das Signal über mehrere Mobilfunkverbindungen übertragen werden. Auf der Gegenseite werden die Laufzeiten der einzelnen Verbindungen mittels einer effektiven Implementierung von Kreuzkorrelationen geschätzt, sodass die einzelnen Signale zeitlich angeglichen werden können. Anschließend werden die einzelnen schmalbandigen Signale wieder zu einem breitbandigen zusammengesetzt.

Mo. 15:35 CAP2-D Vorkolloquium: Sprachsignalverarbeitung

Parkinson-Sprachanalyse - Erweiterungen zum Qualitätsmerkmal Formantdreieck

Christin Baasch^a, Gerhard Schmidt^a, Ulrich Heute^a, Adelheid Nebel^b und Günther Deuschi^b

^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*; ^b*Universitätsklinikum Schleswig-Holstein*

Morbus Parkinson ist eine der weit verbreitetesten neurodegenerativen Krankheiten weltweit. Häufig geht mit dieser Krankheit eine Sprachstörung einher, die so genannte Dysarthrie. Ein etabliertes Maß, um die

Schwere dieser Sprachstörung in der deutschen Sprache zu beurteilen, ist die Fläche des Formantdreiecks, welches aus den ersten beiden Formantfrequenzen der Vokale /a:/, /i:/ und /u:/ gebildet wird. Die Verwendung dieses Maßes führt jedoch zu Nachteilen; so müssen zu analysierende Aufnahmen im Vorwege phonetisch annotiert werden. Diese Arbeit stellt eine Weiterentwicklung auf Basis eines Codebuch-Ansatzes vor, bei dem eine solche Annotation nicht mehr notwendig ist. Dabei werden die ersten beiden Formantfrequenzen aus jedem stimmhaften Signalabschnitt extrahiert, und auf Basis dieser Merkmale wird ein Codebuch trainiert. Aus diesem Codebuch lassen sich verschiedene Maße extrahieren, die auf zum Formantdreieck vergleichbare Weise die Qualität der Artikulation schätzen. Außerdem wird eine Erweiterung des Formantdreiecks durch Einbeziehen aller fünf Basisvokale der deutschen Sprache betrachtet.

Vorkolloquium: Karrierewege

Mo. 12:30 CAP2-C

Vorkolloquium: Karrierewege

Begrüßung und Einführung

Mo. 12:40 CAP2-C

Vorkolloquium: Karrierewege

Fit für Industrie 4.0 - Welche Qualifikationen brauchen Ingenieure?

Axel Birk

VDI Landesverband Schleswig-Holstein

Industrie 4.0 wird Produktion, Geschäftsmodelle und Märkte wesentlich verändern, wenn nicht sogar revolutionieren. Was bedeutet das konkret für Ingenieurinnen und Ingenieure? Welche Qualifikationen müssen sie künftig mitbringen, um in der digitalen Wirtschaft zu bestehen? Was ist bei der Auswahl des Studiengangs zu beachten? Und woraus achten Unternehmen bei der Personalauswahl besonders? Auf alle diese Fragen wird im Vortrag eingegangen. Und darüber hinaus natürlich auch auf die Frage: Was verdienen Ingenieure überhaupt?

Mo. 13:10 CAP2-C

Vorkolloquium: Karrierewege

Förderung für Auslandsaufenthalte für Doktoranden/Postdocs

Wieland Biedermann

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft ist mit einem Jahresbudget von ca. 2,5 Milliarden Euro die größte Forschungsförderorganisation in Deutschland. Der Vortrag bietet einen Überblick zum Antrags- und Begeutachungsverfahren, zu Förderformaten und zu Beratungsmöglichkeiten. Dabei richtet sich die Veranstaltung vor allem an Nachwuchswissenschaftler/innen und behandelt schwerpunktmäßig die entsprechenden Förderformate der DFG z.B. Forschungsstipendium, Eigene Stelle und Emmy-Noether-Nachwuchsgruppe.

Mo. 14:00 CAP2-C

Vorkolloquium: Karrierewege

Der Hut über wissenschaftlichem Arbeiten

Bastian Epp

Hearing Systems Group, Technical University of Denmark

Die Dissertation hat zum Ziel, die Fähigkeit zu eigenständigem, wissenschaftlichen Arbeiten zu erwerben. Dieser Prozess ist häufig, neben reiner Forschung, eingebettet in Verpflichtungen in der Lehre, der Entwicklung, Publikationen und eventuell administrativen Tätigkeiten. Der Verlauf des Projektes ständig angepasst werden an den jeweiligen Stand der Wissenschaft, was ein klassisches Zeit- und Projektmanagement deutlich erschwert.

Eventuelle Lehrverpflichtungen können wichtige Zeitressourcen von dem eigentlichen Forschungsprojekt abziehen. Ständige administrative Tätigkeiten können ein Herausforderung sein, sich ungestört in ein Fachgebiet zu vertiefen. Im späterem Verlauf gilt es dann zudem den Umfang und das Format eventueller Publikationen abzuwagen um die Weichen für die eigene Zukunft zu stellen. Aufgrund individueller und institutioneller Unterschiede ist ein Patentrezept leider kaum realisierbar. In diesem Beitrag werden aufgrund persönlicher Erfahrungen und Beobachtungen einige Aspekte erläutert wie sich der Weg durch die Dissertation unter Berücksichtigung eigener Maßstäbe und externer Randbedingungen finden lässt. Es wird diskutiert inwiefern eine klassische Definition der Dissertation mit der modernen Situation in Einklang zu bringen ist, und welche Möglichkeiten es geben könnte, den (individuell) bestmöglichen Ansatz zu definieren. Der Hut den es zu tragen gilt ist, aus gutem Grund, groß - und es gilt jedem gewünschten und notwendigen Aspekt seinen Platz darunter zuzuweisen.

Mo. 14:30 CAP2-C

Vorkolloquium: Karrierewege

Richtig publizieren (Closed Access Zeitschriften vs. Open Access)

Rainer Horrelt

Universitätsbibliothek Kiel

In den letzten Jahrzehnten hat das weltweite Publikationsaufkommen stark zugenommen. Zugleich waren leider auch enorme Preissteigerungen bei wissenschaftlichen Zeitschriften feststellbar, so dass sich daraus resultierend neue Geschäftsmodelle zur Verbreitung wissenschaftlicher Information entwickelt haben. Im Vortrag wird zunächst kurz der nach wie vor existente Publikationsweg in sogenannten Subskriptionszeitschriften präsentiert und diesem die Vorteile einer Veröffentlichung in Open Access Zeitschriften gegenübergestellt. Anschließend sollen die Möglichkeiten aufgezeigt werden, welche die Universitätsbibliothek Kiel Ihren Universitätsangehörigen hinsichtlich Publikation im Open Access bieten kann. Doch auch das Land Schleswig-Holstein hatte schon frühzeitig die große Bedeutung von Open Access für die Wissenschaft erkannt und im Ergebnis im November 2014 die "Strategie 2020 der Landesregierung Schleswig-Holstein" verabschiedet. Darin befürwortet und fördert die Landesregierung Schleswig-Holstein den offenen Zugang zu den Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung und zu den Quellen des kulturellen Erbes. Außerdem erklärt sie ihre Bereitschaft, die Hochschulen bei der Umsetzung der Strategie zu begleiten und auch finanziell zu unterstützen. Erste Maßnahmen wurden durch Ausschüttungen eines Publikationsfonds in 2016 und der Verleihung eines "Open-Science-Award Schleswig-Holstein" in 2017 bereits umgesetzt. Außerdem haben mit Unterstützung fast alle Hochschulen im Land mittlerweile bereits eine Open Access Policy erarbeitet oder zumindest in Vorbereitung.

Fachvorträge und Poster am Dienstag, den 07.03.2017

Sitzung „Fahrzeugakustik I“

Di. 14:20 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik I

Blocked Force Prüfstand für mobile Anbindungen (Teil 1)

Anian Brosch, Robert Henneberger und Stefan Sentpali

Hochschule München

Die von Nebenaggregaten eingeleitete Körperschallleistung ist eine der wichtigsten akustischen Beurteilungsgrößen für den simulativen Abgleich oder die Verzielung im Fahrzeug. Ein Maß für die eingeleitete Körperschallleistung stellt die mit der Blocked Force-Methode gemessene Kraft dar. Wobei bei der idealisierten Blocked Force Methode die Kräfte an den Anbindungspunkten maximal sind und somit die Schnellen an diesen Punkten zu Null werden müssen. Um Kräfte messen zu können, müssen diese sich an einer Struktur oder einem Prüfstand abstützen können. Diese Kräfte werden maximal, wenn die Eingangsimpedanzen der Anbindungspunkte am Prüfstand maximal werden. Bei dem hier vorgestellten Akustikprüfstand ist es notwendig, eine statische Last auf das bewegliche System (Nebenaggregat) aufzuprägen. Dies ist erforderlich für die Simulation einer realen Last.

In diesem Beitrag wird auf das mechanische Design und die regelungstechnische Auslegung eines solchen Prüfstands bei mobilen Anbindungspunkten eingegangen.

Di. 14:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik I

Blocked Force Prüfstand für mobile Anbindungen (Teil 2)

Robert Henneberger, Anian Brosch und Stefan Sentpali

Hochschule München

Die von Nebenaggregaten eingeleitete Körperschallleistung ist eine der wichtigsten akustischen Beurteilungsgrößen für den simulativen Abgleich oder die Verzielung im Fahrzeug. Hierbei ergeben sich verschiedene messtechnische Möglichkeiten die Schwingungsenergie zu erfassen. Zum einen kann die Struktur entkoppelt von der Umgebung gelagert werden. Dies ermöglicht die Messung der freien Körperschallschnelle (oder Beschleunigung). Auf der anderen Seite kann die Struktur sehr steif angebunden werden. Hierbei können die Kurzschlusskräfte ermittelt werden. Beide Methoden stellen eine Maximalwertbetrachtung dar und bilden die tatsächlich eingeleiteten Kräfte nicht ab. Dennoch bietet die Blocked Force Methode einige Vorteile, wie etwa die exakt definierbaren Messbedingungen, direkte Kraftmessung, einfacher Mess- und Prüfaufbau. In diesem Beitrag werden anhand einer einfachen analytischen Herleitung beide Methoden erläutert und die Grenzen des Verfahrens aufgezeigt. Weiterhin wird auf die Besonderheiten der akustischen Inbetriebnahme eines Blocked Forces Prüfstand für mobile Anbindungspunkte eingegangen.

Di. 15:00 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik I

Untersuchung der Schallabstrahlung von Abgasturboladern

Johannes Müller und Stefan Becker

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech. Die extremen Betriebsbedingungen von Abgasturboladern führen zu sowohl tonale als breitbandige Schallabstrahlung über den gesamten menschlichen Hörbereich. Um die Akustik über das Kennfeld des Turboladers vollständig charakterisieren zu können, wurde ein neuer Kaltgasprüfstand entwickelt. Dieser ermöglicht es verschiedene Abgasturbolader unter Semi-Freifeld Bedingungen in einem Akustikraum zu untersuchen. Da neben dem direkt abgestrahlten Luftschall auch die Weiterleitung von Strukturschall erheblichen Einfluss auf das Geräuschverhalten im Fahrzeuginnenraum hat, wurden die direkt an den Lader angrenzenden Bauteile, wie Katalysator, Abgasanlage und Ladeluftkühler, in den Prüfstand integriert. Der für klassische Verbrennungsmotoren charakteristische pulsierende Abgasstrom wird mit Hilfe eines geschleppten Zylinderkopfs erzeugt. Somit ist einerseits ein realistischer Betrieb gewährleistet, andererseits kann der direkte Einfluss der Pulsationen auf die Schallabstrahlung durch Vergleichsmessungen mit kontinuierlichen Abgasströmen untersucht werden. Erste Messungen haben gezeigt, dass die Abgasanlage einen großen Einfluss auf das akustische Verhalten des Gesamtsystems hat. Strukturschall wird hingegen aufgrund der Schwingungsdämpfer nicht direkt an die Karosserie weitergeleitet.

Di. 15:20 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik I

Methodology for Sloshing Noise measurements in diesel exhaust fluid tanks: acoustic target definition and Psychoacoustic InvestigationsMartino Pigozzi^a, Flavio Faccioli^a, Christine Huth^b, Manfred Liepert^b und Carlo Übertino^a^a*Röchling Automotive s.r.l.; ^b Möhler + Partner Ingenieure AG*

In diesel-engine vehicles with urea injection, an additional tank for the urea solution (diesel exhaust fluid solution) with a volume between 15 and 25 liters is located in the vehicle. During driving manoeuvres such as parking or braking, a sloshing noise can occur caused by multiple reflections of the liquid's wave inside the tank. This sloshing noise is perceived by the driver as annoying and depends on the geometry and filling levels of the diesel exhaust fluid tank. Until now, no valid procedure for measuring the sloshing noise in SCR tanks, or a specific acoustic target which the diesel exhaust fluid tanks need to fulfill have been defined. Therefore, Röchling Automotive developed a reproducible laboratory-based methodology to measure the sound generated by the tank and to compare it with a defined sound pressure level target. Moreover, the engineers' attention focused on the subjective perception of the sloshing phenomenon. Therefore, the sloshing noises recorded for different tanks were

modified in cooperation with Möhler + Partner, focusing on the number and level of the audible reflections. Afterwards, psychoacoustic listening sessions were conducted to identify the most important parameters influencing the annoyance. The results of the listening sessions will be presented and discussed.

Di. 15:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Fahrzeugakustik (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:40 (CAP2-Paulsen); Poster-Forum: Di. 16:00

Di.

Fahrzeugakustik (Poster)

Optimierung der virtuellen Verlängerung von Außengeräuschprüfständen

Florian Bock^a, Stefan Becker^b, Dejan Arsic^c, Matthias Pohl^c, Susann Nönnig^a und Verena Dobmeier^a

^a*Audi AG*; ^b*Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.*; ^c*Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH*

Das Außengeräusch eines Fahrzeugs unterliegt sowohl gesetzlichen als auch qualitativen Anforderungen und ist im Entwicklungsprozess daher von entscheidender Bedeutung. Um diesen zu beschleunigen werden die Messungen nicht nur draußen auf der Strecke sondern auch auf dedizierten Außengeräuschprüfständen durchgeführt. Um mit Messungen auf der Strecke vergleichbar zu sein, müssen diese bestimmte Anforderungen, die auch in der ISO 362-3 spezifiziert sind, erfüllen. Leider ist es auf Grund baulicher Maßnahmen oder dem zur Verfügung stehenden Raumangebotes nicht immer möglich die Anforderungen exakt umzusetzen. Daher wird in dieser Arbeit untersucht wie zusätzliche Mikrofone an Prüfständen aufgestellt werden müssen, um spezielle Eigenheiten eines Prüfstandes auszugleichen oder den Informationsgewinn während der Entwicklungsphase zu maximieren. Hierzu zählt insbesondere die "virtuelle Verlängerung" von Prüfständen mittels einer geeigneten Anordnung von Mikrofonen. Diese sollen zusätzlich zu dem an beiden Seiten befindlichen Linienarrays platziert werden. In dieser Arbeit wird nun die genaue Positionierung und die optimale Anzahl der Mikrofone untersucht. Ferner werden die Ergebnisse mit realen outdoor Messungen und herkömmlichen indoor Messungen verglichen, um eine Aussage über die praktische Anwendbarkeit der virtuellen Verlängerung treffen zu können.

Di.

Fahrzeugakustik (Poster)

Einsatz der Wellenfeldsynthese an Intensitätsprüfständen zur zielgerichteten Anregung

Dejan Arsic und Matthias Pohl

Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH

Zur akustischen Untersuchung von passiven Komponenten und der Beurteilung der Dämmung bzw. Durchlässigkeit werden traditionell Intensitätsmessungen an Fensterprüfständen durchgeführt. Hierbei wird das Objekt in einem Fenster zwischen Senderaum, in dem eine Anregung stattfindet, und Empfangsraum eingespannt. Die beschallte Fläche wird nun entweder manuell oder mit einem Roboter abgescannt und die abgestrahlten Intensitäten der einzelnen Teilschallflächen bestimmt. Zur Beschallung werden üblicherweise Dodekaeder in einem Hallraum verwendet und es wird angenommen, dass die Oberfläche des Prüflings gleichmäßig beschallt wird. Es hat sich gezeigt, dass dies unter idealen Bedingungen nicht so ist und das beobachtete Schallfeld sich als ungleichmäßig darstellt. Daher wird nun ein Array aus einer Vielzahl an Lautsprechern vor das zu beschallende Objekt gestellt. Mit der Annahme des Hyugensschen Prinzip, jede Quelle wird als Punktquelle betrachtet, und der Wellenfeldsynthese kann nun ein gleichmäßiges Schallfeld kreiert werden. So kann bei der Bestimmung des Schalldämmmaßes eine eklatant höhere Genauigkeit bei geringer Abhängigkeit von der Senderaumgeometrie erzielt werden. Da in realen Anwendungen das Schallfeld in Frequenz und Amplitude sehr inhomogen ist, z.B. strahlen die einzelnen Komponenten des Motors unterschiedlich ab, erscheint es sinnvoll mittels des Arrays und der Wellenfeldsynthese die reale Anregung zu simulieren um damit die Dämpfungseigenschaften für den operativen Einsatz zu simulieren.

Di.

Fahrzeugakustik (Poster)

Untersuchung von Motorengeräuschen mit Hilfe von Kurzzeitanalysen im Winkelbereich

Dejan Arsic und Matthias Pohl

Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH

Das Geräusch eines Verbrennungsmotors beeinflusst sowohl das Geräusch im Fahrzeuginnenraum als auch das Außengeräusch maßgeblich. Wie bereits hinlänglich diskutiert wurde, korrespondiert die Geräuschanregung mit der Drehzahl, und wird meist mittels standardisierten Rotationsanalysen untersucht. Für das Verbrennungsgeräusch selbst sind die klassischen Analysen nur bedingt verwendbar, da dies meist nur sehr kurz auftritt und in beispielsweise in einem FFT-Block kaum erfassbar ist. Daher erscheint es als sinnvoll das Signal mittels Kurzzeitanalysen genauer zu untersuchen, wo bei sich hier Verfahren wie die Wigner-Ville Verteilung, Wavelets oder Zeropadding anbieten. Damit kann für das extrem kurze Zeitsignal dennoch eine gute Frequenzauflösung erzielt werden. Da die meisten Motorengeräusche allerdings

von der aktuellen Winkelstellung des zugrunde liegenden rotierenden Systems abhängen, kann die Entstehung mittels der Transformation in den Winkelbereich deutlich genauer eingegrenzt werden. Hohe Pegel können so der genauen Winkelposition des zugrunde liegenden Systems, wie z.B. der Stellung der Kurbelwelle, genau zugewiesen werden und Anregungsmechanismen deutlich effizienter aufgezeigt werden.

Di.

Fahrzeugakustik (Poster)

Der Einfluss der Gleisparameter Schienenrauheit und TDR auf die Emissionen von Schall und Erschütterungen

Helmut Venghaus
ACCON GmbH

Im Rahmen des Wechsels von Holzschwellen auf Betonschwellen in einem Streckenabschnitt der Stuttgarter Straßenbahn wurden die Emissionen bezüglich Schall und Erschütterungen über einen längeren Zeitraum mehrfach messtechnisch sowohl im Nahbereich an der schienen als auch im Fernbereich seitlich der Trasse erfasst. Zusätzlich zu den Emissionsmessungen wurden die Veränderung der Schienenrauheit zu den Zeitpunkten der Messungen und die Track Decay Rate (TDR) erfasst. Der Vortrag fasst die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen zusammen und versucht eine Abschätzung über die Einflüsse aus TDR und Schienenrauheit zu geben, um daraus Strategien für die Arbeiten zur Instandhaltung der Schienennstrecken ableiten zu können.

Di.

Fahrzeugakustik (Poster)

Geräuschoptimierung am Automotive-Lenksystem mittels oTPA

Martin Fischer
ThyssenKrupp Presta AG

Die akustische Performance ist im Automotive-Bereich ein wichtiger Indikator für Qualität und Komfort. Um den steigenden akustischen Performance-Ansprüchen im Fahrzeuginnenraum gerecht zu werden, sind Maßnahmen zur Geräuschreduktion und/oder Geräuschoptimierung notwendig. Dies gilt besonders im Automotive-Premiumbereich. In diesem Beitrag wird eine Geräuschoptimierung am Automotive-Lenksystems dargestellt. Im Fokus der Untersuchungen stand die Geräuschemission während einer elektromechanischen Höhen- und Längsverstellung der Lenksäule. Diese elektromechanische Lenksäulenverstellung führt zur Geräuschbildung. Die Geräusche (Vibrationen) können sich u.a. über das Lenksystem in den Fahrzeuginnenraum übertragen. Dabei werden diese Geräusche i.d.R. mit Lärm (negativer Eindruck) assoziiert. Zur Detektion von Geräuschoptimierungspotential wurde eine operative Transferpfadanalyse eingebunden. Anhand dieser Analyse konnten relevante Schallübertragungspfade von der Lenksäule in den Fahrzeuginnenraum erfasst, analysiert und quantifiziert. Im Körperschall wurden insbesondere zwei dominante Schallübertragungspfade erfasst. Durch eine gezielte Entkopplung wurde eine z.T. deutliche

Minderung der Körperschallübertragung erreicht. Ebenso wurden dominante Luftschallübertragungspfad detektiert. Durch die Einbindung von Luftschallabsorbern konnte eine Minderung der Schallübertragung realisiert werden. In Folge einer Kombination von mehreren Reduktionsmaßnahmen wurde das größte Reduktionspotential erzielt. Insgesamt konnte durch die operative Transferpfadanalyse eine effiziente (Zeit- und Materialaufwand) Geräuschreduktion am Beispiel einer elektromechanischen Lenksäulenverstellung wirksam umgesetzt werden.

Di. Fahrzeugakustik (Poster)

Vibro-Acoustic Simulation of Automotive Piping and Exhaust Systems

Lothar Gaul, Jan Herrmann und Michael Junge

Universität Stuttgart, IAM

The influence of the acoustic field on the structural dynamics is a common issue 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 fluid-structure interaction. This research reviews the application of the Craig-Bampton and Rubin method to fluid-structure coupled systems and presents two automotive applications. First, a fluid-filled brake-pipe system is assembled by substructures or superelements according to the Craig-Bampton 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. Second, a rear muffler with an air-borne excitation is analyzed. Here, the Rubin and the Craig-Bampton 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-structure coupling. For both applications, transfer functions are computed and compared to the results of dynamic measurements.

Sitzung „Fahrzeugakustik II“

Di. 16:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik II

Study of the Horn Effect on Curved Surfaces

Stefan Gombots und Manfred Kaltenbacher

TU Wien, Inst. f. Mechanik u. Mechatronik

The dominant noise component of road traffic is generated by the tire rolling on the road surface. The tire-road noise is influenced by the roughness of the surface and the tread pattern of the tire. In this context, the horn effect is known as an amplification mechanism of the tire-road noise radiation. The horn-shaped geometry between the tire and the road surface leads to an amplification of the sound pressure level. Usually, the tire is running on a flat road surface. In some cases, e. g. test stands, the tire will run on a curved surface, where the curvature can be convex

or concave. The influence of the curvature will be investigated by using the finite element method (FEM) for solving the radiation problem.

Di. 17:00 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik II

Untersuchung der akustischen Alterung von Belägen nach SPB-Verfahren unter Berücksichtigung der vor Ort bestimmten Temperatur- und Geschwindigkeitskoeffizienten

Angelo Bernasconi, Nicola Notari und Dario Bozzolo

IFEC ingegneria SA

Die Lärmemissionen von Fahrzeugen entlang der Autobahnen A2 und A13 in der Schweiz werden an vier fixen Standorten nach der "Statistical Pass-By" (SPB) Methode vollautomatisch erfasst und ausgewertet. Zusammen mit dem Lärm werden Verkehrseigenschaften und meteorologische Größen gemessen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden anhand der an den verschiedenen Standorten gemessenen Daten die Einflüsse der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Lufttemperatur und des Alters des Belages auf die Lärmemissionen der Vorbeifahrten untersucht. Ein Modell wurde erstellt, welches den Zusammenhang zwischen dem mittleren Dauerschallpegel der Vorbeifahrten und den betrachteten Parametern beschreibt. Für jeden Messstandort und jede Fahrzeugkategorie wurde das Modell an den gemessenen Daten der Vorbeifahrten gefittet und damit die zugehörigen Koeffizienten (Temperatur, Geschwindigkeit und Alterung) bestimmt. Die angewandte mathematische Methode hat eine gleichzeitige Bestimmung der verschiedenen Einflüsse auf die Lärmemissionen erlaubt. Dank der riesigen Menge gesammelter Lärmdata (275'011 Vorbeifahrten wurden untersucht) konnte man statistisch relevante Aussagen für die Fahrzeugkategorien Personenwagen, Lieferwagen und Lasten- und Sattelzüge machen. Die Ergebnisse haben insbesondere gezeigt, dass die erhaltenen Temperaturkoeffizienten im absoluten Wert tendenziell grösser als die üblicherweise in der Schweiz benutzten Korrekturfaktoren sind. Die entwickelte Methodologie wurde auch benutzt, um die Lärmemissionen von Winter- und Sommerreifen zu vergleichen und die Richtungsabhängigkeit der Lärmemissionen von Personenwagen zu untersuchen.

Di. 17:20 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik II

Methodik zur instationären Windgeräuschmessung in einem Aeroakustik-Fahrzeugwindkanal

Reinhard Blumrich, Matthias Riegel und Martin Helfer

FKFS, Stuttgart

Die aeroakustische Entwicklung von Pkw wird weiterhin hauptsächlich in nieder-turbulenter Anströmung in Windkanälen durchgeführt. Auf der Straße ist die Anströmung jedoch durch Seitenwindböen, vorausfahrende Fahrzeuge o.ä. gestört. In jüngerer Vergangenheit hat die Sensibilisierung für diese Effekte bei realer Straßenfahrt deutlich zugenommen, insbesondere durch die gestiegene Bedeutung der Psychoakustik und für neue Fahrzeuggenerationen mit geräuscharmem Hybrid-

oder Elektroantrieb. Vor diesem Hintergrund wurde ein neuer, aktiver Seitenwind- und Turbulenzgenerator (FKFS swing) in den Aeroakustik-Fahrzeugwindkanal der Universität Stuttgart implementiert. FKFS swing wurde konstruiert, um typische instationäre aeroakustische und aerodynamische Szenarien simulieren zu können. Das System besteht aus 8 Flügelprofilen, die vertikal im Düsenausgang positioniert sind. Jedes Profil kann einzeln mit auf der Straße gemessenen Signalen angesteuert werden. Die benötigten maximalen Anströmwinkel und -frequenz zur Darstellung einer typischen Straßenfahrt wurden durch Straßenmessungen und psychoakustische Aspekte definiert. Die maximale Frequenz beträgt 10 Hz mit einem maximalen Winkel von ca. 3°. Für niedrigere Frequenzen sind größere Anströmwinkel möglich. Erste Messungen zeigen, dass das System am Fahrzeug typische Straßenfahrten im Windkanal nachbilden kann. Die Zeitreihen der am Fahrzeug gemessenen Anströmung konnten in Winkel und Geschwindigkeit reproduziert werden. Die Modulation der Anströmung führt zu einer Modulation des Innengeräusches, wie sie auch auf der Straße wahrgenommen werden kann.

Di. 17:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik II

Uncertainties of Airborne Source Characterization using Matrix Inversion

Serafima Velizhanina und Roland Sottek

HEAD acoustics GmbH

Matrix inversion methods are widely used in structure-borne Transfer Path Analysis (TPA) for indirect force determination based on measurements of acceleration signals and inertance matrices. Instead, for airborne TPA, the sound shares are often synthesized using microphone measurements at each side near the source in combination only with airborne sound sensitivities measured with a small loudspeaker. This may be sufficient to estimate the transmission of airborne sound energy from source to receiver, but for a detailed analysis of the contribution of particular structural units of a complex source, a correct definition of source characteristics is a very important step.

Matrix inversion methods also allow evaluating the volume velocity of a complex source as a superposition of assumed monopoles composing this source. Calculations are based on measured sound pressure signals in the near field around the source and measured transfer functions from the locations of assumed monopoles to the measurement points, using a volume velocity source. The choices of the number and locations of the measurement points, as well as the assumed number and distribution of monopoles, influence the final results. Uncertainties caused by these parameters were studied using a simplified model of a complex source consisting of several loudspeakers.

Sitzung „Lehre der Akustik“

Di. 14:20 CAP2-A

Lehre der Akustik**Berufsbegleitender Studiengang Master Ingenieurakustik**Daniel TrojerHochschule München

Der Masterstudiengang Ingenieurakustik ist als berufsbegleitender Studiengang in Kooperation der Hochschule München mit der Hochschule Mittweida konzipiert. Er ist insbesondere auf die Belange des berufsbegleitenden Studierens für Ingenieurinnen und Ingenieure ausgerichtet. Zielgruppe sind Absolventen aller ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge. Auch für Studierende anderer als ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, z.B. aus dem Bereich Physik, wie auch aus anderen Hochschulen und Universitäten mit ähnlichen Studiengängen soll der Masterstudiengang offen sein. Zugangsvoraussetzung ist ein Bachelor- oder Diplomabschluss in Natur- oder Ingenieurwissenschaften. Der Masterstudiengang Ingenieurakustik ist in seinem Profil anwendungsorientiert ausgerichtet, mit interdisziplinären wissenschaftlichen Schwerpunkten in folgenden Bereichen: Lärmarme Konstruktion und Schallschutz, Fahrzeugakustik und Verkehrslärm, Bau- und Raumakustik, Medienakustik und Tontechnik, Psychoakustik sowie Simulationsmethoden der Akustik. Die Regelstudienzeit beträgt fünf Semester. Das Studium schließt mit einer Masterarbeit ab. In diesem Zeitraum werden inklusive der Masterarbeit 90 ECTS Kreditpunkte erarbeitet. Dabei umfasst jedes Semester 16 bis 20 ECTS Kreditpunkte. Die Dozentenschaft rekrutiert sich aus der kooperativen länderübergreifenden Zusammenarbeit der beteiligten Hochschulen, Professoren anderer Hochschulen und Universitäten sowie Spezialisten aus ganz Deutschland. Auch die Studenten entstammen verschiedenen Tätigkeitsfeldern sowie Bundesländern. Im WS 2015/16 ist die erste Kohorte gestartet. Diese ist mittlerweile am Standort München in Ihrem 4. Semester.

Di. 14:40 CAP2-A

Lehre der Akustik**TU9-MOOC Communication Acoustics: Erste Erfahrungen**

Sebastian Möller^a, Jens Ahrens^b, M. Ercan Altinsoy^c, Wolfram Barodet^d, Martin Buchschmid^e, Janina Fels^f, Stefan Hillmann^a, Christoph Hohnerlein^a, Sebastian Knoth^d, Gerhard Müller^g, Bernhard Seeber^h, Michael Vorländerⁱ und Stefan Weinzierl^j

^a TU Berlin, Quality and Usability Lab; ^b Audio Technology, Chalmers University of Technology; ^c TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik; ^d Serviceeinheit Medien für die Lehre, RWTH Aachen; ^e TU München, Lehrstuhl für Baumechanik; ^f Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen; ^g TU München; ^h TU München, Audio-Signalverarbeitung; ⁱ Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen; ^j TU Berlin, FG Audiokommunikation

Zwischen den neun großen Technischen Universitäten in Deutschland werden derzeit eine Anzahl von Massive Open Online Courses

(MOOCs) implementiert, mit deren Hilfe ein abgestimmtes und international sichtbares Lehrangebot geschaffen werden soll. Wie auf der DAGA 2016 berichtet hatten sich vier dieser Technische Universitäten unter Einbindung der Chalmers University of Technology zusammengetan, um einen solchen Online-Kurs zum Thema Kommunikationsakustik zu produzieren. Der Kurs ist zum Wintersemester 2016/17, zunächst als interner Kurs der beteiligten Universitäten und seit Dezember 2016 auch als öffentlicher MOOC, gestartet. Er wird komplett auf Englisch angeboten und richtet sich an Studierende zum Ende des Bachelor- und zu Beginn des Masterstudiums, sodass weitere Spezialveranstaltungen auf ihm aufbauen können. Im Vortrag werden unsere Erfahrungen bei der Produktion der benötigten Lehrmaterialien, der Einbindung in die Kursplattform edX, der Vorbereitung zugehöriger Prüfungen und Zertifikate, sowie der Durchführung des ersten Semesters berichtet. Daraus wird eine Liste mit Optimierungspotenzial abgeleitet. Da der Kurs öffentlich verfügbar ist wird abschließend diskutiert, wie andere Universitäten und Hochschulen das Angebot in ihrer Lehre nutzen können.

Di. 15:00 CAP2-A

Lehre der Akustik

Multimodale Lehrmedien in der Akustik

Tobias Ring und Sabine Langer

TU Braunschweig

Universitäre Lehre ist häufig durch eine eher "nüchterne" Inhaltsvermittlung unter Verwendung weniger medialer Elemente geprägt. Einbeziehung der Studierenden und Übungen im "hands-on"-Stil sind häufig die Ausnahme. Dabei bietet gerade die Akustik viele Möglichkeiten, die Lehre multimedial aufzubereiten und dabei auch den Studierenden einen Mehrwert zu bieten. Der Medien-Einsatz kann dabei sowohl auf einzelne Medien-Formen begrenzt sein als auch verschiedene Medien kombinieren mit dem Vorteil, auf der Empfängerseite mehrere Sinne anzusprechen. Nach dem Modalitätsprinzip geht diese Kombination mit der Fähigkeit einher, eine größere Informationsmenge aufzunehmen und verarbeiten zu können. Die Verwendung solcher multimodaler Lehrmedien kann also Akustik-Lehre interessanter gestalten und bietet auch die Möglichkeit über neue Zugänge Wissen bei den Studierenden nachhaltig zu verankern.

Die Förderlinie *in medias res* an der TU Braunschweig hat die Verbesserung der Lehre zum Ziel. In diesem Rahmen wurde das Projekt "Hochverfügbare, multimodale Lehrmedien in der Akustik" bearbeitet, über welches in diesem Beitrag berichtet wird. Der Fokus bei der Bearbeitung lag auf der Generierung von Lehrelementen unter Einbeziehung des Modalitätsprinzips, also dem gleichzeitigen ansprechen verschiedener Sinne. Dabei sind unter anderem Lehrvideos, interaktive Diagramme und Soundbeispiele entstanden. Diese Elemente werden gemeinsam in einer Homepage online bereit gestellt, so dass auch die Verfügbarkeit für die Studierenden gesteigert wird.

Di. 15:20 CAP2-A

Lehre der Akustik

Makerspace Lautsprecher AG - Praxisnahes Lernen am Lehrstuhl für Akustik und HaptikSebastian Merchel und M. Ercan Altinsoy*TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik*

Dieser Beitrag diskutiert die Erfahrungen am Lehrstuhl für Akustik und Haptik der TU Dresden mit einer eigenen offenen Werkstatt - einem so genannten Makerspace. Dessen Schwerpunkt liegt in den Bereichen Elektrotechnik und Akustik. Daher wurde dem Makerspace der Name Lautsprecher AG gegeben. Durch das problemorientierte Lernen an selbstdefinierten Projekten findet das im Studium erlangte Wissen praktische Anwendung. Dabei werden automatisch aktuelle Forschungsfragen thematisiert und bearbeitet. Ein Beispiel ist die gemeinschaftliche Entwicklung und Vermessung von 3D-gedruckten Lautsprecherkomponenten. Der Makerspace stellt für die Projektumsetzung nicht nur die benötigten Werkzeuge (z.B. 3D-Drucker, Messtechnik, Spezialräume, Online-Plattform, ...) zur Verfügung, sondern fördert gezielt die Auseinandersetzung mit aktuellen Fachthemen. In Workshops werden Projektideen entwickelt, Fragestellungen diskutiert, aktuelle Ergebnisse ausgetauscht und Erfahrungen weitergegeben. Die gemeinsame Arbeit im Team fördert Softskills aller Teilnehmer (Do-It-Together statt Do-It-Yourself). Durch den einfachen Zugang zu modernen Produktionstechnologien und der Möglichkeit zum strukturierten gemeinsamen Denken und Entwickeln wird soziales und technisches Know-How erworben welches so in der klassischen Vorlesung nicht erlernt werden kann.

Di. 15:40 CAP2-A

Lehre der Akustik

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)**Sitzung „Lehre der Akustik (Poster)“**

Kurzvorträge: Di. 15:40 (CAP2-A); Poster-Forum: Di. 16:00

Di.

Lehre der Akustik (Poster)

Developing teaching frameworks for digital audio signal processing based on ARDUINO and ANDROIDBastian Epp, Tobias Christensen, Mikkel Petersen und Nikolaj Christiansen*Hearing Systems Group, Technical University of Denmark*

Digital audio signal processing (DSP) plays an increasingly important role in modern acoustics. The teaching methods used in DSP are however not evolving as fast as the technology that students use on a daily basis. Hence, students can experience difficulties in following the teaching and to link the contents to their experience and interests, simply because there is an increasing gap between the teaching methods and the way they access and process information. One way to bridge this gap is to use the same technology in teaching as the students use in their everyday

life and free time. This does not only narrow the gap between the teaching method and the students' required effort but also evokes inherent motivation in the student, facilitating deep learning.

Results of two projects following this approach are presented. Both were aimed towards evaluating the applicability of either ANDROID or ARDUINO as suitable platforms for teaching of DSP. Both projects were very successful and students took ownership of the project already at an early stage. The resulting products were an ANDROID based app, running on an average ANDROID tablet with basic functionalities, and an ARDUINO based hard- and software package to process audio signals.

Sitzung „Open Science and Open Data in Acoustics I“

Di. 14:20 CAP2-C Open Science and Open Data in Acoustics I

Towards Open Science in Acoustics: Foundations and Best Practices

Sascha Spors^a, Matthias Geier^a und Hagen Wierstorf^b

^aUniversität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik; ^bFilmuniversität Babelsberg KONRAD WOLF

The reproducibility of results is one of the main principles of the scientific method. The irreproducibility of a wide range of scientific results has recently drawn significant attention. Besides problems in the research methods themselves, results were often not reproducible since necessary supplementary material as protocols, data and implementations were not available. Another issue is the lacking availability of data for further research by third parties. In many cases only the published results are available to other researchers. Open Science focuses on the ease of access and reproducibility of scientific results. This contribution introduces the concept of reproducibility and addresses common concerns. Best practices for Open Science in acoustics research are discussed and illustrated at examples.

Di. 14:40 CAP2-C Open Science and Open Data in Acoustics I

Wissenschaftliche Erkenntnis, Reproduzierbarkeit und praktische Lösungen in der Akustik

Hagen Wierstorf^a, Sascha Spors^b und Matthias Geier^b

^aFilmuniversität Babelsberg KONRAD WOLF; ^bUniversität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

Reproduzierbarkeit von Ergebnissen stellt eines der wichtigsten Fundamente der Wissenschaft dar. Die stetige Zunahme wissenschaftlicher Publikationen bei gleichzeitig steigender Abhängigkeit der Ergebnisse von großen Datenmengen, statistischer Analyse, numerischer Simulation und umkämpften Fördergeldern führen unweigerlich zu der Frage, ob dies Auswirkungen auf die Reproduzierbarkeit hat. Zumal in letzter Zeit einige medizinische Studien ein erschreckend geringes Maß an Verifizierbarkeit gezeigt haben. Dieser Beitrag diskutiert Abstufungen der Reproduzierbarkeit und ihren Zusammenhang mit der wissenschaftlichen

Methodik. Es wird ein kritischer Blick in die Akustik, insbesondere auf die teilweise unreflektierte Anwendung von Numerik und Statistik geworfen. Dabei wird an Hand eines exemplarischen Projektes aus der virtuellen Akustik diskutiert, ob und wie sich diese Probleme mit der konsequenten Anwendung der Prinzipien von Open Science verbessern lassen. Es werden unterschiedliche Tools (R, python, Jupyter, SOFA, zenodo) benutzt, um die Reproduzierbarkeit zu erhöhen und vorgestellt wie eine langfristig Alternative zu dem jetzigen Format einer wissenschaftlichen Zeitschrift-Veröffentlichung aussehen könnte.

Di. 15:00 CAP2-C Open Science and Open Data in Acoustics I

Reproduzierbare Forschung: auditorische Daten und Modelle

Piotr Majdak^a und Herwig Stöger^b

^aÖsterr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung; ^bVerlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

Auditorische Daten in der Hörforschung können höchst unterschiedlich sein: Audiosignale zur Präsentation über Kopfhörer oder als Ansteuerung von Lautsprechern, neuronale Antworten abgeleitet in einem Gehirn oder auch Antworten einer Versuchsperson in einem psychoakustischen Experiment. Unser Wissen über das Hörsystem basiert aber nicht nur auf auditorischen Daten - ebenso wichtig ist die Interpretation der Daten und eine daraus resultierende Entwicklung von Modellen. Für Fortschritte in der Hörforschung benötigen Forscher Zugang zu beidem, auditorischen Daten sowie funktionierenden Modellen. Leider sind diese Daten jedoch nicht immer frei zugänglich, manchmal sind sie auf mehrere Institutionen verstreut oder sogar in unterschiedlichen Datenformaten abgelegt. Vielen der publizierten Modelle sind keine lauffähigen Programme beigelegt, sodass die Resultate oft nur schwer reproduziert werden können. In diesem Beitrag wird die Struktur eines zukünftigen Repositoriums für auditorische Daten in direkter Verbindung zu auditorischen Modellen vorgestellt. Als Beispiel für die Verbindung zwischen Modell und Daten werden die individuellen Antworten der Teilnehmer aus Experimenten zur Lokalisation von Schallquellen, verbunden mit hörerspezifischen akustischen Eigenschaften (sog. HRTFs) der Experimentteilnehmer, sowie der zugehörigen Modelle aus der Auditory Modeling Toolbox (AMT) vorgeführt. Mit der strikten Verknüpfung von Daten und Modellen wird die Verbesserung der Reproduzierbarkeit und Nachhaltigkeit der Hörforschung angestrebt.

Di. 15:20 CAP2-C Open Science and Open Data in Acoustics I

The ITA-Toolbox: An Open Source MATLAB Toolbox for Acoustic Measurements and Signal Processing

Marco Berzborn^a, Ramona Bomhardt^b, Johannes Klein^a, Jan-Gerrit Richter^b und Michael Vorländer^a

^a*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen; ^bInstitut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen*

The ITA-Toolbox has been developed at the Institute of Technical Acoustics in order to provide unified measurement routines to researchers and students and ensure consistent data formats. Since 2011 it is available for everyone. Recently, the authors decided to migrate development to a public source code repository and give open source developers the opportunity to contribute to the project. The ITA-Toolbox supports simultaneous measurements of multiple channels using standard audio interfaces and automated control of equipment such as pre-amplifiers or turntables via MIDI or OSC. Many measurement routines such as the measurement of room acoustic parameters or the absorption coefficient are implemented. Measurement results are stored in an own encapsulated audio format together with metadata such as signal properties, spatial information and physical units. The audio format allows for easy plotting, modification and export to other common formats. In addition to the measurement routines the new version also implements the image sources method and the finite element method for numerical simulations. Various commonly used signal- and post-processing methods such as the spherical harmonics, beamforming or HRTF analysis are also available. This talk will give an introduction into the toolbox' core features and some of its applications.

Di. 15:40 CAP2-C Open Science and Open Data in Acoustics I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Open Science and Open Data in Acoustics (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:40 (CAP2-C); Poster-Forum: Di. 16:00

Di. Open Science and Open Data in Acoustics (Poster)

AKtools - eine offene Software zur Erhebung, Verarbeitung und Inspektion akustischer Signale

Fabian Brinkmann und Stefan Weinzierl

TU Berlin, FG Audiokommunikation

Die Erhebung, Verarbeitung und Inspektion von Audiodaten spielt eine zentrale Rolle in der täglichen akustischen Praxis. Oft sind diese Schritte jedoch auf mehrere, oftmals proprietäre Computer-Programme verteilt, wodurch eine Dokumentation dieser Arbeit erschwert wird. AKtools umfasst Matlab-Methoden zur Aufnahme und Wiedergabe sowie Funktionen zur Darstellung und Inspektion von ein- und mehrkanaligen Audiodaten die in beliebigen räumlichen Verteilungen gemessen wurden.

Weitere Funktionen decken die Erstellung von Testsignalen (z.B. Impulse, Rauschen, Sweeps), die spektrale Entfaltung, die Invertierung von Übertragungsfunktionen und die sphärische Fourier-Transformation und Interpolation ab. Gut dokumentierte Demo-Skripte veranschaulichen die Benutzung von AKtools; detaillierte Information können der Beschreibung der jeweiligen Funktion entnommen werden. Im Sinne reproduzierbarer Forschung steht AKtools unter der European Union Public Licence (EUPL) zur Verfügung, welche die Benutzung, Bearbeitung und Weiterverbreitung für beliebige Zwecke ermöglicht.

Di. Open Science and Open Data in Acoustics (Poster)

Open Community Platform for Hearing Aid Algorithm Research

Hendrik Kayser^a, Tobias Herzke^b, Giso Grimm^a und Volker Hohmann^a

^a*CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all';*

^b*HörTech gGmbH, Oldenburg*

The project "Open community platform for hearing aid algorithm research" funded by the National Institutes of Health (NIH Grant 1R01DC015429-01) aims at sustainable, focused research towards improvement and new types of assistive hearing systems. To this end an open-source software platform for real-time audio signal processing will be developed and made available to the research community including a standard set of reference algorithms. Furthermore, novel algorithms for dynamic and frequency compression, auditory-scene-analysis based noise suppression and speech enhancement and feedback management will be investigated. For a realistic assessment of the benefits of hearing aid algorithms and combinations thereof, instrumental measures of performance in virtual acoustic environments of varying complexity will be included in the algorithm design and optimization. With such a quasi-standard set of benchmarks and the means to develop and integrate own signal-processing methods and measures, the platform enables comparative studies and collaborative research efforts. Beyond an implementation for PC hardware the system will also be made usable for ARM-processor based hardware to allow pre-development of wearable audio devices - so-called "hearables". This contribution will present underlying previous work and the goals and plans of the project that has started midyear 2016.

Sitzung „Open Science and Open Data in Acoustics II“

Di. 16:40 CAP2-C Open Science and Open Data in Acoustics II

An Open Repository for Research Data in Acoustics (OPERA)

Stefan Weinzierl

TU Berlin, FG Audiokommunikation

In Berlin wird ein offenes Repositorium für Forschungsdaten aus der Akustik (Open Repository for Research Data in Acoustics, OPERA) aufgebaut, das der gesamten akustischen Fach-Community zur Verfügung stehen soll. In ihm können originale Forschungsdaten aus der

Akustik langfristig gespeichert und verfügbar gemacht, und in Form von elektronischen Publikationen mit einem Digital Object Identifier (DOI) referenziert werden. Eine solche Verfügbarmachung von Messwerten, Audiosignalen, Stimuli, Versuchsergebnissen, statistischen Auswertungen, Versuchs-Dokumentationen oder von Algorithmen etwa zur numerischen Simulation befördert nicht nur die Reproduzierbarkeit der Forschung und die Nachnutzung von Daten, sie wird auch zunehmend in der nationalen und internationalen Forschungsförderung als Teil des Projektplans zwingend vorausgesetzt. Pilotpartner des Projekts ist die Forschergruppe "Simulation und Evaluation akustischer Umgebungen (SEACEN)". Der Zugang in das System soll über die DEGA erfolgen, nachdem über eine Erhebung in der Community die Anforderungen an das Web-Interface und die Metadatenstruktur präzisiert wurden. Der Vortrag stellt das Konzept, den Zeitplan und den Mehrwert eines solchen Systems für die akustische Praxis vor.

Di. 17:00 CAP2-C Open Science and Open Data in Acoustics II

Die ITA-HRTF-Datenbank: Individuelle Außenohrübertragungsfunktionen mit anthropometrischen Daten

Ramona Bomhardt und Janina Fels

Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen

Da binaurale Wiedergabemethoden mittlerweile in vielen Bereichen der Unterhaltungsindustrie Einzug erhalten haben, spielen Außenohrübertragungsfunktionen (engl. Head-Related Transfer Functions, HRTFs) eine immer größere Rolle. Eine Datenbank mit individuell gemessenen HRTF Datensätzen inklusive der individuellen 3D-Ohrmodelle wird vom Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen University, für akademische und private Nutzung zur Verfügung gestellt. Die Ohrmodelle und HRTF Datensätze von 48 erwachsenen Probanden sind frei verfügbar und können mittels der institutseigenen ITA-Toolbox analysiert und individualisiert werden. Die Kombination aus Ohrmodell und zugehörigem HRTF Datensatz bieten zum Beispiel die Möglichkeit für Selektionsalgorithmen zur Auswahl eines HRTF Satzes, der möglichst geringe Lokalisationsfehler aufweist, oder kann auch für Studien von anthropometrischen Individualisierungsalgorithmen genutzt werden.

Di. 17:20 CAP2-C

Open Science and Open Data in Acoustics II

DEGA-Projekt "Aufbau einer Stimulus-Datenbank für Anwendungen in der Virtuellen Akustik"

Dieter Leckschat^a, Christian Epe^a, Sascha Spors^b, Stefan Weinzierl^c und Franz Zotter^d

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

^b*Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik; ^c TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^d Kunsthochschule Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik*

Im März 2016 genehmigte der Vorstand der DEGA ein Projekt, das sich mit dem Aufbau einer Datenbank von Stimulus-Signalen für Anwendungen in der Virtuellen Akustik befasst. Stimuli wie Sprache, Musik, Geräusche sollen in isolierter Form vorliegen, insbesondere sollen Ensemble-Aufnahmen frei von Übersprechanteilen sein. Die Projektgruppe hat seit dem Projektstart auf drei Themenfeldern gearbeitet: Erstens wurden die nicht trivialen rechtlichen Aspekte von Kompositionen, deren Tonaufnahme und -bearbeitung mit dem Ziel einer Nutzbarkeit für die Allgemeinheit geklärt und z.B. entsprechende Künstlerverträge entwickelt. Zweitens wurden vor den eigentlichen Aufnahmen ein umfangreicher Katalog sinnvoller Dokumentationserfordernisse formuliert (Rauminformationen, verwendete Mikrofone etc.). Die Dokumentations-Informationen fließen in die Datenbank als Metadaten mit ein. Im dritten Schritt wurde ein Katalog von Audiomaterial der unterschiedlichsten Genres mit hochwertiger Studiotechnik aufgenommen und für die Applikation aufbereitet. Der Beitrag dokumentiert den Stand des Projektes und präsentiert die bereits vorliegenden Ergebnisse.

Di. 17:40 CAP2-C

Open Science and Open Data in Acoustics II

Eine nachhallfreie Orchester-Aufnahme zum Einsatz in virtuellen akustischen Umgebungen

David Ackermann, Christoph Böhm und Stefan Weinzierl

TU Berlin, FG Audiokommunikation

Für die Qualität modellbasierter, virtueller akustischer Umgebungen spielt nicht nur die raumakustische Simulation, sondern auch die Güte und die Eignung des Quellmaterials eine wichtige Rolle. Eine optimale Aufnahme realer Schallquellen zeichnet sich in technischer Hinsicht durch eine nachhallfreie Produktion, einen hohen Signal-Rauschabstand und durch ein geringes Übersprechen anderer Schallquellen auf den Aufnahmekanal aus. Gleichzeitig ist für die korrekte Modellierung der Richtcharakteristik in der raumakustischen Simulation eine Aufnahme im Fernfeld der Quelle erforderlich. In künstlerischer Hinsicht muss die Aufnahmesituation mit ihren technischen Randbedingungen so gestaltet werden, dass die musikalische oder sprachliche Leistung der Interpreten möglichst wenig beeinträchtigt wird. Existierende nachhallfreie Orchesteraufnahmen sind aufgrund der dabei eingegangenen Kompromisse für eine künstlerisch hochwertige Auralisation nur bedingt

geeignet. An der TU Berlin wurde daher eine neue Produktion der 8. Sinfonie von L.v. Beethoven in vollständiger Besetzung mit einem professionellen Sinfonieorchester im reflexionsarmen Raum eingespielt. Durch eine Kombination von gruppenweisen und sequentiellen Aufnahmen mit individuellem Monitormix über Kopfhörer und Videoaufzeichnung von Dirigent und Konzertmeister wurde ein optimaler Kompromiss im Hinblick auf künstlerische und technische Aspekte angestrebt. Der Beitrag stellt das dabei erzielte Ergebnis unter Berücksichtigung der genannten technischen Qualitätskriterien vor.

Sitzung „Sprachverständlichkeit bei Versorgung mit Hörgeräten und Cochlea-Implantaten“

Di. 14:20 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Sprachverstehen in Ruhe bei apparativer Versorgung

Ulrich Hoppe

Universitätsklinikum Erlangen

Im Vordergrund der Behandlung von Schwerhörigkeiten steht die Wiederherstellung der akustischen Kommunikationsfähigkeit. Hauptziel der Versorgung mit technischen Hörhilfen wie Hörgeräten und Cochlea-Implantaten ist daher die Verbesserung des Sprachverständens. Inwiefern dieses mit hörverbessernden Techniken tatsächlich erreicht wird, ist für den Betroffenen nicht immer direkt erfahrbar. Daher ist es wünschenswert, dieses mit möglichst reliabel und valide zu messen. Insbesondere das Sprachverstehen in ruhiger Umgebung (SV in Ruhe) lässt sich mit geeigneten Sprachtests messen. Für den Bereich der Versorgung mit konventionellen Hörgeräten existieren sogar Zielvorgaben für das zu erreichende Sprachverständen. Hierzu werden neben einsilbigen Tests (DIN 45621) auch Zahlentests, Satztests und Reimtests verwendet. In dem Beitrag wird das Sprachverstehen in Ruhe bei Schwerhörigen mit unterschiedlichen Schwerhörigkeitsgraden vorgestellt: 1. Das maximal erreichbare Sprachverständen mit Kopfhörern 2. Das Sprachverständen im Freifeld bei 65dB ohne Hörgeräte 3. Das Sprachverständen im Freifeld bei 65dB mit Hörgeräten 4. Sofern eine Cochlea-Implantat-Versorgung erfolgte: Das Sprachverständen im Freifeld bei 65dB mit Cochlea-Implantat

Die Ergebnisse werden mit den subjektiven Angaben zum Alltagshören verglichen. Durch den Vergleich von Tonhörverlust, Sprachverständen und subjektiven Angaben lassen sich konkrete, auch im Einzelfall nützliche Informationen für die individuelle Hörgeräteanpassung und die Beratung über erforderliche oder erfolgte Versorgungsoptionen ableiten.

Di. 14:40 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Algorithmen zur Störschallunterdrückung in CIs

Matthias Hey, Britta Böhnke, Patrick Munder und Alexander Mewes

HNO-Klinik, UKSH Kiel

Bei Hörsituationen in Ruhe wird in der Mehrheit der Patienten mit einem Hörgerät oder einem Cochlea Implantat heutzutage ein offenes Sprachverständigen erreicht. Deutlich anspruchsvoller ist das Verstehen in störschallbehafteten Umgebungen. Die Verbesserung des Verstehens stellt eines der zentralen Ziele einer apparativen Versorgung dar. Menschen mit Hörbeeinträchtigung sollen am täglichen Leben im Sinne der Inklusion zunehmend gleichberechtigt teilnehmen können. Diese Teilhabe ist in der Normalschule oder am Arbeitsplatz deutlich schwieriger zu erreichen, als in kleinen Klassen einer Spezialschule oder zu hause. Für Verbesserungen des Verstehens im Störschall haben die Hersteller von CI Systemen eine Vielzahl von Algorithmen zur Störschallunterdrückung realisiert. Diese beruhen überwiegend auf der akustischen Analyse im Zeit-/Frequenzbereich und auf dem Einsatz von Mehrmikrofontechnologien. Es wird ein Überblick über diese Verfahren und damit erzielte audiometrischen Ergebnisse präsentiert.

Di. 15:00 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Sprachverstehen und Höranstrengung

Inga Holube

Jade Hochschule Oldenburg, Inst. f. Hörtechnik u. Audiologie

In der audiologischen Diagnostik und bei der Überprüfung von apparativen Versorgungen werden vor allem Sprachtestverfahren eingesetzt. Neben der prozentualen Verbesserung der Verstehensleistungen in Ruhe wird im Störgeräusch die Verschiebung des Signal-Rausch-Verhältnisses für ein Sprachverständigen von 50% quantifiziert. Kommunikation findet im Alltag jedoch selten bei einem Sprachverständigen von 50% statt. Ein Sprachverständigen von annähernd 100% kann dagegen durch eine apparative Versorgung nicht erhöht, aber nach Betroffenenberichten erleichtert und somit verbessert werden. Eine Definition des Begriffs Höranstrengung hat sich noch nicht allgemein durchgesetzt, aber auf der Basis von Arbeitsdefinitionen widmet sich die experimentelle Hörforschung diesem Phänomen. Höranstrengung kann mit subjektiven Bewertungsmethoden, mit physiologischen Messverfahren (z.B. Pupillometrie, Hautleitwert) oder mit Dual-Task-Paradigmen erfasst werden. Subjektive Bewertungsmethoden sind einfach zu handhaben und können sowohl im Labor als auch im Alltag eingesetzt werden. Physiologische und Dual-Task-Methoden sind dagegen messtechnisch anspruchsvoll und erfordern z.T. aufwändige Untersuchungseinrichtungen. Ein Zusammenhang zwischen subjektiven und objektiven Testmethoden ist nicht eindeutig nachweisbar. Dieser Beitrag stellt verschiedene Untersuchungsverfahren zur Erfassung der Höranstrengung und deren Ergebnisse in alltäglichen sowie alltagsrelevanten Hörsituationen vor. Im

Besonderen wird der Zusammenhang von Höranstrengung und Sprachverständigen beschrieben. Ferner wird die Anwendung der Verfahren zur Überprüfung von apparativen Versorgungen kritisch diskutiert.

Di. 15:20 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Audiologische Verfahren zur Optimierung des Sprachverständens in Ruhe und im Störschall bei CI-Patienten

Alexander Mewes und Matthias Hey

HNO-Klinik, UKSH Kiel

Im Rahmen der Nachsorge von Patienten mit einem Cochlea-Implantat (CI) ist es das Ziel, das individuelle Sprachverständen in Ruhe und im Störschall zu optimieren. Dafür entscheidend ist eine optimale Anpassung der patientenbezogenen Sprachprozessorprogramme, den sogenannten Maps, die den Arbeitsbereich der Elektroden festlegen. Für jede Elektrode muss eine untere und eine obere Grenze der Reizstärke (T- und C-Level) gefunden werden, die den persönlichen Dynamikbereich definieren. Neben elektrophysiologischen und psychoakustischen Messungen können für die Einstellung der Maps auch audiolgische Verfahren zum Einsatz kommen. Diese Arbeit soll einen Überblick über das audiolgische Methodeninventar geben, welches für die Anpassung und Erfolgskontrolle von CI-Sprachprozessoren Anwendung findet. Für die Festlegung der T- und C-Werte haben sich dabei neben der Messung von Hörfäche und Stapediusreflex-Schwellen besonders sprachaudiometrische Kenndaten als geeignet erwiesen. Hierzu zählen vor allem die Schwelle für fünfzigprozentiges Zahlenverständen, der Pegel bestmöglichster Einsilberverständlichkeit und der mit dem CI verbliebene Diskriminationsverlust aus dem im deutschen Sprachraum etablierten Freiburger Sprachverständlichkeitstest. Bei Cochlea-Implantat-Systemen der Firma Cochlear scheinen niedrigere T-Level die Sprachverständlichkeitschwellen in Ruhe und im Störschall wechselseitig zu beeinflussen. Die zukünftige Erweiterung der Sprachverständlichkeit-Messung im Störschall um Real-Life-Situationen kann helfen, den persönlichen Gewinn an Sprachverständen in realeren Umgebungen zu optimieren.

Di. 16:40 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Untersuchung des Sprachverständens bei HG/CI-Nutzern unter Einsatz virtueller Akustik

Tobias Weißgerber, Anja Eichenauer und Uwe Baumann

Audiologische Akustik, Universitätsklinikum Frankfurt am Main

Menschen mit Hörgeräten (HG) oder Cochlea-Implantaten (CI) berichten häufig über Kommunikationsprobleme in Umgebungen mit Nachhall. Konventionelle Sprachtests finden jedoch unter Freifeldbedingungen statt und können die individuellen Hörleistungen im Alltag nicht vollständig erfassen. Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung des Sprachverständens in Abhängigkeit der Raumakustik bei Menschen mit Hörminde rung.

32 Menschen mit CI/HG und 17 normalhörende (NH) Probanden nahmen an den Messungen teil. Die Sprachverständlichkeitsschwelle (SVS) im Störgeräusch wurde adaptiv für 3 unterschiedliche Nachhallzeiten (Freifeld, T60=0,7s, T60=1s) und verschiedene räumliche Störgeräusch-konditionen bestimmt. Durch Einsatz von Raumsimulation und einem Wiedergabesystem mit 128 Lautsprechern wurden die Erstreflexionen räumlich korrekt dargeboten.

Die CI-Gruppe zeigte eine Verschlechterung der SVS mit zunehmender Nachhallzeit (bis zu 4 dB bei T60=1s). Die NH-Gruppe zeigte ebenfalls eine Verschlechterung, die mit 2 dB jedoch geringer ausgeprägt war. Im Freifeld erreichte die NH-Gruppe einen Gewinn von 8 dB durch die räumliche Trennung von Stör- und Nutzschall, der sich bei einer Nachhallzeit von 1s auf ca. 2 dB verringerte. Während die CI-Nutzer im Freifeld einen Gewinn von bis zu 3 dB erreichen konnten, verschwand dieser Gewinn bereits bei einer Nachhallzeit von 0,7s vollständig.

Sprachtests mit Einsatz von Raumsimulation bieten eine sinnvolle Erweiterung der klinischen Routinetests zur Kontrolle und Optimierung des Versorgungserfolgs im Alltag.

Di. 17:00 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Optimale akustische Umgebung sichert das Sprachverstehen

Carsten Ruhe

hörgerecht planen und bauen

Die Träger von Hörgeräten und CIs leben weder im Labor noch im Studio, sondern in einer realen gebauten Umwelt. Die akustische Qualität des Umfeldes in Anpassräumen, Wohnungen, Kindertageseinrichtungen, Schulen und öffentlichen (Veranstaltungs)-Räumen wirkt sich maßgeblich auf das Sprachverstehen aus. Hierbei helfen bauliche Schallschutz-Maßnahmen gegen Außenlärm, Nachbarräume und Geräusche technischer Anlagen genauso wie das optimale Zuspiel von Sprachinformationen mittels Induktions-, Funk- oder Infrarot-Übertragung. Digitale Übertragungen sind (noch) nicht in jedem Fall geeignet. Herausragendes Hilfsmittel ist aber in jedem Fall die optimale raumakustische Umgebung. In einer systematischen Übersicht werden längst bekannte Maßnahmen ebenso dargestellt wie neuere Erkenntnisse. Die Neufassung der Raumakustik-Norm DIN 18041:2016-03 berücksichtigt die Inklusion, indem die bisherigen "ganz besonderen Anforderungen für ganz besondere Menschen" zu Standard-Anforderungen für Alle wurden. Die dazu erforderlichen Maßnahmen sind alle längst bekannt; man muss sie nur (endlich) umsetzen.

Di. 17:20 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Akustomechanische Eigenschaften xenogenetischer Collagenscaffolds als künstliche Trommelfelle

David Pazen, Kamill Gosz, David Schwarz, Maike Nünning und Dirk Beutner

HNO Uniklinik Köln

Das menschliche Trommelfell ist in der Lage, kleine Perforationen und Rupturen selbst zu heilen. Bei größeren Verletzungen oder chronischen Defekten kann eine Rekonstruktion durch eine Myringoplastik erforderlich werden. Hierzu werden häufig autologe Materialien wie beispielsweise Knorpel oder Knorpelhaut verwendet. Um insbesondere bei Revisionseingriffen deren Entnahme zu vermeiden, kann auf allogene biokompatible Materialien für die Trommelfellrekonstruktion zurückgegriffen werden, welche bei der Ausheilung als Trägerstruktur dienen. Dazu haben sich beispielsweise Scaffolds aus dezellularisiertem Knorpel aus der Nasenscheidewand von Schweinen hinsichtlich der Biokompatibilität als prinzipiell geeignet erwiesen.

In dieser Studie werden die akustischen Eigenschaften solcher Scaffolds untersucht und mit menschlichen Trommelfellen, Knorpel und Knorpelhaut verglichen. Zunächst wird die schallinduzierte Volumenschnelle der Scaffolds mit einem Scanning Laser Vibrometer gemessen. Damit wird deren dynamisches Schwingungsverhalten sowohl bei atmosphärischem Druck als auch bei statischen Unterdrücken in einem künstlichen Gehörgang untersucht. Zusätzlich wird die Auslenkung der Scaffolds bei quasistatischen Luftdruckänderungen gemessen.

Die gemessenen Volumenschnellen und Auslenkungen der Scaffolds weisen eine hohe Übereinstimmung mit menschlichen Trommelfellen auf. Im Vergleich mit bisher gebräuchlichen autologen Materialien zeigt sich, dass die Scaffolds einen guten Kompromiss zwischen Schwingungsfähigkeit bei atmosphärischen Luftdruck und Stabilität bei statischem Unterdruck darstellen. Damit sind sie eine vielversprechende Alternative als zukünftiger Ersatz autologen Materials bei Trommelfellrekonstruktionen.

Di. 17:40 CAP2-D

Sprachverständlichkeit / Hörgeräte

Modeling the sensitivity to interaural time differences in bilateral cochlear-implant listeners

Suyash Joshi, Torsten Dau und Bastian Epp

Hearing Systems Group, Technical University of Denmark

Listeners with severe hearing loss in both ears are commonly prescribed with bilateral cochlear implants (BiCI). While CIs can restore certain aspects of hearing, like speech understanding in quiet, other aspects remain challenging, like localization. Specifically, BiCI listeners seem unable to utilize interaural time differences (ITDs) for localization. One possible reason for this could be an insufficient accuracy of temporal coding

in the electrically stimulated auditory nerve (AN). To test this hypothesis, the current study presents a model of ITD coding in BiCI listeners. A recently proposed computational model of AN responses to electrical stimulation was used in combination with a neural cross-correlation analysis. The effect of various stimulus parameters, such as the stimulus level, stimulation pulse rate, modulation rate, envelope shape and inter-pulse interval jitter on ITD-JNDs were investigated and compared to psychophysical data. The results show that the proposed model can account for the effects of these stimulus parameters on behavioural ITD-JNDs. The model provides a framework for quantitatively describing the sensitivity to ITDs in the electrically stimulated AN and can be used to develop novel stimulation strategies for CI to improve spatial hearing.

Sitzung „Meeresakustik und Kommunikation“

Di. 14:20 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Sprachverständlichkeit bei analoger Unterwasserkommunikation

Ivor Nissen^a und Eric Kuhnt-Matthé^b

^a Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG; ^b BAAINBw

In diesem Beitrag wird die Verwendung von digitalen Markierungen in Form von Pre- und Postambeln bei der analogen akustischen Sprachübertragung im Unterwasserbereich eingeführt, ähnlich der Quindar-Töne der NASA. Diese Erweiterung gestattet es, 80 Jahre nach den ersten analogen Sprachübertragungen in der Kieler Förde, den Schallkanal zu vermessen, Verzerrungen zurückzurechnen, um damit die Sprachverständlichkeit für den Hörer zu verbessern, aber auch durch die zeitliche Begrenzung mit Anrufbeantworter- und Verschleierungsfunktionen ein Unterwassertelefon aufzurüsten. Messungen in See wurden 2014 auch im Tiefwasser durchgeführt, Auswertungen werden vorgestellt.

Di. 14:40 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Robuste, digitale Kommunikation im horizontalen Unterwasserschallkanal

Tim Claussen und Sabrina Schreiber

Wärtsilä ELAC Nautik

Digitale Kommunikation erfolgt über Wasser typischerweise durch die Verwendung von elektromagnetischen Wellen (Funk). Moderne Verfahren der digitalen Signalverarbeitung ermöglichen mit Hilfe von Funk eine robuste, digitale Übertragung über große Entfernung.

Im Unterwasserbereich ist eine Kommunikation mit Hilfe elektromagnetischer Wellen auf größeren Distanzen nicht möglich. Daher wird eine Übertragung durch Schall verwendet. Der Übertragungskanal ist jedoch stark variabel und beeinflusst die Reichweite des Systems. Unterschiedliche Wassertemperaturen, der Salzgehalt des Wassers und die Wassertiefe sind unter Anderem wichtige Faktoren, die die Schallgeschwindigkeit beeinflussen. Unterschiedliche Schallgeschwindigkeiten bilden

Sprungschichten im Wasser, an denen die Schallwellen brechen. Reflexionen an der Oberfläche, dem Meeresboden und anderen Objekten unter Wasser verursachen Nachhall. Frequenzfading, Dopplerverschiebung und unterschiedliche Störgeräusche sind weitere Faktoren, die eine Übertragung beeinflussen. Aus diesem Grund sind digitale Übertragungsverfahren unter Wasser immer mit dem Blick auf die Robustheit zu bewerten.

Dieses Paper stellt eine verbesserte Form des "Multiple Frequency-Shift Keying" (MFSK) Verfahren vor. Mit Hilfe von unterschiedlichen Konfigurationssätzen findet eine Anpassung an die variablen Eigenschaften eines Unterwasserschallkanals statt. Dabei ist, abhängig von den aktuellen Umweltbedingungen, stets ein Kompromiss zwischen Robustheit und Datenrate zu beachten. Es werden die Ergebnisse aus Simulationen von verschiedenen Seegebieten vorgestellt und die Ergebnisse aus realen Seeversuchen gezeigt.

Di. 15:00 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Real-time Simulation of Underwater Acoustic Channels

Anton Namanas, Thorben Kaak und Gerhard Schmidt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Today research interests in underwater communication and navigation are continuously growing. However, testing of new systems involves a lot of effort and costs. Due to this fact it is often useful to develop a complex simulation environment. The first aspect of the underwater channel simulation is closely related to the questions: What happens with an acoustic signal if it propagates through the water? And what kind of transformations are resulting from this? Under water, there are a variety of effects which are influencing the propagation of the sound waves. This work deals with the real-time simulation of underwater signals for SONAR signal processing. The main focus lies in the implementation of an adaptive ray tracing method, which allows the simulation of multipath propagation under the influence of a given sound velocity profile and other environmental properties such as the structure of the sea bottom or the sea surface. Another feature of the simulation is the generation of spatially coherent noise signals with application to ambient sea noise in case of a multiple receiver system.

Di. 15:20 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Datenauswertung des skalierten Wasserschall-Tankexperiments der WTD 71

Arne Stoltenberg

Wehrtechnische Dienststelle 71

Das Tankexperiment im Projekt "Virtueller Ozean" dient der Validierung des phasengenauen Schallausbreitungsmodells "PESSim" der WTD 71. Durch die ortsgenaue Positionierung des Empfängers zwischen Boden

und Oberfläche ergeben sich Möglichkeiten der Untersuchung der Mehrwegeausbreitung. Gleichzeitig kann die Ausbreitung der Teilwellenfronten zur Bestimmung und Ausrichtung des geometrischen Experimentaufbaus genutzt werden. Anhand der Daten von verschiedenen Szenarien im Wassertank (schräge Böden, Schichtung, periodische Strukturen, Streuzentren) werden Methoden und Grenzen der Datenauswertung der Experimente gezeigt.

Di. 15:40 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Unterwasserschallausbreitung in der Nordsee: Vergleich von Messung und Simulation

Frank Gerdes

Wehrtechnische Dienststelle 71

Bei der Forschungsplattform FINO3 (Nordsee) und in dem weiteren Umfeld wurden von der WTD 71 Schallausbreitungsversuche mit einem vom Schiff abgehängten elektrischen Sendewandler und einer AirGun durchgeführt. Aufgezeichnet wurden die Unterwassersignale entweder mit einer bei der Forschungsplattform FINO3 installierten Hydrofonkette und/oder mit mehreren auf dem Meeresboden abgesetzten akustischen Messsystemen. Letztere wurden von der Firma DW-ShipConsult GmbH im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz betrieben. Auswertungen der Schallausbreitungsversuche wurden bereits auf der DAGA 2014 und DAGA 2015 präsentiert. In diesem Beitrag werden der gemessene Ausbreitungsverlust und seine zeitliche Variabilität mit den entsprechenden Ergebnissen von numerischen Simulationen verglichen. Hierfür wird in erster Linie das bei der WTD 71 entwickelte Parabolic Equation Modell PESSim verwendet. Ein Teil der Messungen erfolgte im Auftrag der Forschungs- und Entwicklungszentrum Fachhochschule Kiel GmbH und wurde gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Di. 16:40 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Messung des Rammschalls an der Forschungsplattform FINO 3, Parametervariabilität der Schallausbreitung

Matthias Wildemann^a, Andreas Müller^a, Carsten Zerbs^a und Frank Gerdes^b

^aMüller-BBM GmbH; ^bWehrtechnische Dienststelle 71

Im Umfeld der Forschungsplattform FINO3 (Nordsee) wurden von der WTD 71 Schallmessungen parallel zu Gründungsarbeiten an einem Windpark durchgeführt. Zur Messung wurde eine Hydrofonkette aus sechs Hydrofonen verwendet, das zugehörige Messsystem war auf der mit einer Stromversorgung ausgestatteten FINO 3-Station aufgestellt, was eine dauerhafte Aufzeichnung der Messdaten ohne zwischenzeitliche Wartung ermöglichte. Dieser Beitrag stellt Ergebnisse von Rammschall-Untersuchungen vor, die sich mit dem Einfluss von zeitlich veränderlichen, quellseitigen Eingangsgrößen, der Ausbreitung des Schalls und Umweltbedingungen auf die erfassten Messdaten befassen.

Die dargestellten Ergebnisse werden im Hinblick auf den Einfluss von verschiedenen Parametern und deren Variabilität bzw. Unsicherheit diskutiert. Ein Teil der Messungen erfolgte im Auftrag der Forschungs- und Entwicklungszentrum Fachhochschule Kiel GmbH und wurde gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Di. 17:00 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Estimation of the number of whale individuals based on click sounds of selected whale species

Carlos de Obaldia und Udo Zölzer

Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg

In this work an automatic abundance estimation method for passive acoustic monitoring (PAM) of cetaceans is proposed. A system for the segmentation and extraction of transients in underwater monaural recordings is presented which is applied for the detection of cetacean clicks. Vocalizations of the Harbour Porpoise, Blainville's Beaked Whale, and Cuvier's Beaked Whale are analyzed in different frequency bands, and a transient enhancement method is used to reduce tonal noise sources. Differentiated click trains are then identified by comparing each click successively using a correspondence analysis for the determination of the number of active individuals in the signal.

Di. 17:20 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Towards Quantitative Estimates of Marine Gas Bubble Streams in Water Column Imaging Multibeam Systems

Peter Urban^a, Eva Peschke^b, Gerhard Schmidt^b und Jens Greinert^a

^a*GEOMAR; b Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

Active acoustic systems are sensitive and effective tools for the detection and investigation of underwater gas bubble releases. Specifically multibeam echosounder systems (MBES) combine a long acoustic detection range with a wide swath-width (120° and more) to gain a superior coverage per survey line. Recent methodological advances make it possible to use MBES water column image data (WCI) to detect bubble streams and generate detailed large scale acoustic maps of gas release sources, despite unwanted targets, high noise levels and strong acoustic artifacts. However, in MBES WCI, bubble streams are sampled at different ranges and by different beams which can feature different beam pattern. This causes the resulting acoustic representations of the bubble streams to vary with their relative position towards the MBES and reduces the comparability of repeatedly mapped bubble streams even for well calibrated MBES.

In this contribution we present early results towards solving this problem by simulating these effects and designing special filter templates which improve the detectability and comparability of single bubble streams in acoustic gas release maps. This is an important step towards using MBES WCI for large scale quantitative estimates of underwater gas bubble releases in the future.

Di. 17:40 CAP2-F

Meeresakustik und Kommunikation

Auslegung eines akustischen Fensters für eine eisfeste Fächerlot-anlage

Christoph Abegg

Wärtsilä ELAC Nautik

Bei der Installation von Fächerlotanlagen auf eisgängigen Schiffen ist ein ausreichender mechanischer Schutz der hydroakustischen Senden- und Empfangsantennen notwendig. Die hier zum Einsatz kommenden akustischen Fenster müssen, neben der mechanischen Festigkeit gegen Eisgang, für eine akustische Transmission mit geringen Verlusten bis zu großen Schwenkwinkeln optimiert sein. Am Beispiel einer 20 kHz Fächerlotanlage wird das Design eines akustischen Fensters vorgestellt. Anforderungen sind hier typischerweise Schwenkwinkel von mindestens 70° , um eine ausreichende Überdeckung des Meeresbodens zu gewährleisten. Schwerpunkt des Beitrags ist die numerische Simulation eines beidseitig von Wasser umgebenen PUR-Fensters. Für dieses System Fluid-Festkörper-Fluid wird mittels FEM mit Fluid-Struktur-Koppelung sowie mittels analytischem Modell der Schalldurchtritt untersucht und diskutiert. Ein Vergleich mit experimentellen Messergebnissen an einem realisierten Fenstersystem schließt den Beitrag ab.

Sitzung „Strukturintensität: Historie und aktuelle Anwendungen I“

Di. 14:20 CAP2-H

Strukturintensität I

Solid-borne Sound Intensity: a Personal Perspective

Waldemar Maysenhölder

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Numerous facets of this still exotic subject are illuminated. A few historical remarks illustrate that the field of solid-borne sound intensity is much more intricate and less developed than its fluid-borne counterpart. Nevertheless, taking advantage of both magnitude and direction of the intensity vector resulted, for instance, in a successful measuring method for the localization of sound bridges. In this case the generic complexity is substantially reduced by the assumption of bending waves on thin plates. The usual restriction to measurements at the surface of a solid is uncritical for 'acoustically thin' bodies. In other cases, however, one either contents oneself with the quantities measured at the surface ('surface intensity') or tries to extrapolate the experimental information from the surface to the interior. Hence, theoretical work and numerical simulations are indispensable companions in the development of reliable measurement techniques. The concept of a 'universal' sensor for solid-borne sound in combination with special graphic presentations like circle-arrow plots might foster practical applications. Among the theoretical issues briefly touched upon are 'reactive intensity', energy-related theorems, Lamb and Bloch waves (with a glance at the COMSOL software), redirection of energy flow, and the interaction of fluid-borne and solid-borne sound in porous media.

Di. 14:40 CAP2-H

Strukturintensität I

Structural Intensity Research at TU DarmstadtJoachim Bös und Tobias Melz*Fachgebiet SAM, TU Darmstadt*

The first papers on structural intensity, which describes the magnitude and the direction of the vibratory energy flow in solid structures, were published in the 1970s. In the following years various methods to experimentally measure or to numerically calculate the structural intensity were developed and published. But only in recent years has this method been used to analyze "real life" noise and vibration problems, particularly in automotive applications, due to improved measurement techniques and increased computing power.

This paper gives an overview of the structural intensity research activities of the research group "System Reliability, Adaptive Structures, and Machine Acoustics SAM" at Technische Universität (TU) Darmstadt, Germany, and its predecessors, starting in the 1990s and still ongoing these days. For this purpose, the PhD dissertations by Peter Meudt (1998), Marcus Stein (2005), Steffen Kuhl (2010), Thorsten Herring (2012), Sebastian Buckert (2013), and Torsten Stoewer (2015) will be summarized. In addition recent developments and activities will be presented.

The paper and the presentation slides will be in English but the presentation will be given in German.

Di. 15:00 CAP2-H

Strukturintensität I

Analysis of the energy exchange between coupled subsystems by means of the divergence in the vibratory energy fieldPeter Groba^a, Johannes Ebert^a, Torsten Stoewer^a, Joachim Bös^b und Tobias Melz^b^a*BMW Group; ^bFachgebiet SAM, TU Darmstadt*

A car's vibroacoustic properties have a great influence on the perceived driving experience. Negative effects concerning the acoustic behavior are often detected in a late development stage. Consequential countermeasures are usually cost-intensive. To counteract this issue enhanced virtual methods are necessary. In this context efforts are made to extend and refine the holistic understanding on the acoustic chain of effects in systems with fluid-structure coupling.

The structural intensity (STI) is of great importance in the area of structure-borne sound. It enables a precise analysis of the vibratory energy flow within the structure and creates a link between the excitation and the noise radiation on a structure's surface. The extension of the analysis by calculating the STI's divergence allows the identification of energy sinks and sources in the vibratory energy field.

In this work the analysis of the energy exchange is conducted on the example of simple, coupled test structures. The significance of the STI's divergence and its absolute value is analyzed by means of creating a

connection with the power balance. The suitability to extend the introduced approach to more complex structures is evaluated. Furthermore, the possibility of transferring the approach to systems with fluid-structure interaction is discussed.

Di. 15:20 CAP2-H

Strukturintensität I

Vergleich von Methoden zur numerischen und experimentellen Bestimmung von Körperschallenergieflüssen in technischen Strukturen

Eric Hensel, Welf-Guntram Drossel, Jakub Rehor, Jan Troge und Sebastian Zumach

Fraunhofer IWU

Die Reduktion der Schallabstrahlung von technischen Strukturen lässt sich meist am effektivsten durch eine systematische Beeinflussung des Körperschalls erreichen, was z. B. durch den Einsatz von Dämpfungsbelegen oder Verrippungen realisiert werden kann. Um diese Maßnahmen optimal wirksam zu gestalten, ist die Kenntnis der Verteilung und des Flusses von Körperschallenergie innerhalb eines Strukturbau Teils von großer Bedeutung. Mit Hilfe der Kenngröße "Strukturintensität" können Körperschallenergieflüsse von der Anregung bis zur Schallabstrahlung quantifiziert und visualisiert werden. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags werden verschiedene Methoden zur numerischen und experimentellen Bestimmung der Strukturintensität untersucht und gegenübergestellt. Hauptaugenmerk liegt in der Verarbeitung von Messdaten, welche mit Hilfe eines 3D-Laser-Scanning-Vibrometers erfasst wurden. Es werden unterschiedliche Verfahren aufgezeigt, wie die Kenngröße Strukturintensität mit Hilfe von gemessenen Oberflächenschwingschnellen oder mittels optischer Dehnungsmessung berechnet werden kann. Die Einflüsse methodenspezifischer Vorgehensweisen, wie beispielsweise der Einsatz von Filtern im Orts- und im Wellenzahlbereich, werden aufgezeigt und diskutiert. Die Gegenüberstellung der Methoden erfolgt am Beispiel einer frei aufgehängten Platte, deren Anregung unter Verwendung eines elektrodynamischen Shakers realisiert wird. Nach der Beschreibung und Diskussion der einzelnen Herangehensweisen und den daraus gewonnenen Ergebnissen erfolgt abschließend ein qualitativer und quantitativer Vergleich zwischen numerisch und experimentell ermittelten Strukturintensitäten für unterschiedliche Schwingformen.

Di. 15:40 CAP2-H

Strukturintensität I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Strukturintensität: Historie und aktuelle Anwendungen (Poster)“

Kurzvorträge: Di. 15:40 (CAP2-H); Poster-Forum: Di. 16:00

Di.

Strukturintensität (Poster)

Herleitung von Modellgesetzen schwingender Strukturen mittels Sensitivitätsanalyse am Beispiel einer gelenkig gelagerten Rechteckplatte

Christian Adams, Joachim Bös und Tobias Melz

Fachgebiet SAM, TU Darmstadt

In der Produktentwicklung spielt die Akustik eine immer wichtigere Rolle, wobei bereits in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses Aussagen zur Akustik getroffen werden müssen. Dabei sind die für die Akustik maßgebenden Parameter noch nicht genau spezifiziert oder nur unzureichend bekannt. Mit Hilfe von Modellgesetzen lässt sich der Einfluss von Parametern auf akustische Zielfunktionen beschreiben. Für generische Strukturen mit bekannten Modellgleichungen, z.B. eine gelenkig gelagerte Rechteckplatte, lassen sich solche Modellgesetze mittels Ähnlichkeitstheorie herleiten. Die Vorgehensweise ist in der Literatur bereits ausführlich beschrieben. Allerdings ist die Herleitung von solchen Ähnlichkeitsbasierten Modellgesetzen an komplexeren Strukturen, wie beispielsweise Getrieben oder elektrischen Maschinen, nicht mehr zielführend, da der Aufwand zur Herleitung zu groß ist. In diesem Beitrag wird daher eine Methode zur Gewinnung von Modellgesetzen mittels Sensitivitätsanalyse gezeigt. Zur Validierung der Methode werden die Modellgesetze einer gelenkig gelagerten Rechteckplatte sowohl mittels Ähnlichkeitstheorie als auch mittels Sensitivitätsanalyse hergeleitet. Es zeigt sich, dass beide Modellgesetze gut übereinstimmen und dass die Auswirkungen von Parameteränderungen auf eine akustische Zielfunktion mit dem Modellgesetz sehr gut beschrieben werden können. Daher kann der Ansatz zukünftig auf komplexere Modelle, wie beispielsweise Finite-Elemente-Modelle, übertragen werden.

Di.

Strukturintensität (Poster)

Experimentelle Untersuchung von piezoelektrischen Film-Sensoren

Rolf Klemm, Johann Harmstorf und Karl-Ludwig Krieger

Universität Bremen

Dieser Beitrag behandelt die experimentelle Untersuchung der Übertragungseigenschaften von piezoelektrischen Folien und deren Aufbringung auf ein isotropes Trägermaterial. Durch gezielte Anregung wird Körperschall erzeugt und mittels PVDF Folien in ein elektrisches Signal gewandelt. Hierbei gibt es eine Reihe von Faktoren, welche die Übertragung und Signalwandlung beeinflussen können. Im Detail werden der verwendete Kleber als auch die Temperatur des Messaufbaus

variiert um die Einflüsse dieser Parameter darzustellen. Da die verwendeten Folien erheblichen Fertigungsstreuungen unterliegen, werden zusätzlich mehrere Folien gleichen Typs appliziert und untersucht. Die erzeugten Messdaten werden anschließend genutzt um eine Abschätzung über den Einfluss der Fertigungstoleranzen auf die Empfindlichkeit der Wandler treffen zu können.

Sitzung „Strukturintensität: Historie und aktuelle Anwendungen II“

Di. 16:40 CAP2-H

Strukturintensität II

A Benchmark Case for Structural Intensity Calculations

Christian Adams, Joachim Bös und Tobias Melz

Fachgebiet SAM, TU Darmstadt

The structural intensity (STI) describes the propagation of structure-borne sound in vibrating structures from an energy source to an energy sink. Current research shows that STI analyses can be used to optimize the vibroacoustic behavior of noise radiating structures. STI can be either obtained from measurements or from a finite element analysis including an STI calculation. Although STI has been investigated for many years, it is hardly applied in vibroacoustic engineering today. One reason is the absence of a general reference to validate STI calculations. Therefore, this paper proposes a benchmark case for STI calculations. The benchmark case incorporates a shell structure (generic car undercarriage) with simply supported boundary conditions. The source of structure-borne sound is assumed to be a dynamic point force. The energy sink is the noise radiating area of the vibrating surface. STI calculations are performed in the postprocessing of a harmonic response analysis using finite elements. A parameter study is proposed to demonstrate the potential of an STI analysis in vibroacoustics. It is planned to provide this benchmark case via the benchmark case platform of the European Acoustics Association (EAA). This may allow for further disseminating the STI as well as the EAA benchmark platform itself.

Di. 17:00 CAP2-H

Strukturintensität II

FEM-basierte Körperschallanalyse für elektrische Antriebe

Jürgen Wibbeler, Marold Moosrainer und Martin Hanke

CADFEM GmbH

Der technologische Fortschritt bringt eine zunehmende Zahl elektrischer Antriebe in verschiedene Bereiche unseres Alltags. Elektroautos und E-Bikes sind nur zwei markante Beispiele. Mit wachsenden Drehmomenten und mechanischer Abgabeleistung steigen auch die magnetischen Flüsse und dynamischen Anregungskräfte in der elektrischen Maschine, die ihrerseits potentiell zur Geräuschemission beitragen. Als Ergänzung zu akustischen Messungen gewinnt daher die Simulation des Vibrationsverhaltens in der Produktentwicklung zunehmend an Bedeutung. In der Präsentation werden ausgehend von einer elektromagnetischen Simulation des Motors dynamische Luftspaltkräfte berechnet und diese

in der mechanischen Schwingungssimulation auf den Ständer transferiert. Die Schwingungssimulation erfolgt im Frequenzbereich als harmonische Analyse mit modaler Superposition. Dieser Analysetyp erlaubt nicht nur die effiziente Simulation für viele Drehzahlpunkte, sondern auch gleichzeitig die beschleunigte und speicheroptimierte Berechnung des Körperschallpegels. Durch die Berechnung der Körperschallspektren für einen ganzen Drehzahlbereich entsteht schließlich das bekannte Wasserfalldiagramm für die Maschine.

Das Berechnungsverfahren basiert auf der FEM-Software ANSYS und wurde dort mit Hilfe von Skriptprogrammierungen implementiert. Bereits in der Entwicklungsphase eines Motors können damit Zusammenhänge zwischen Erregerkräften und Strukturresonanzen analysiert und verschiedene Designvarianten akustisch bewertet werden.

Di. 17:20 CAP2-H

Strukturintensität II

Simulations- und Optimierungswerkzeug zur Auslegung der Körperschall- und Luftschallminderung von Schalldämpfern im maritimen Bereich

Christian Schulze^a, Jörn Hübelt^b, Jan Troge^c und Tom Georgi^c

^aGesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH; ^bHochschule Mittweida, Lehrstuhl f. Technische Mechanik u. Akustik; ^cFraunhofer IWU

Die akustische Wirkung eines Schalldämpfers ist durch den Einfluss von Körperschall begrenzt. Die Ein- und Auskopplung von Körperschall spielt dabei eine ebenso wichtige Rolle wie dessen Weiterleitung. Bei der Dimensionierung eines Schalldämpfers wird der Einfluss des Körperschalls auf die Dämpfungswirkung gegenwärtig durch empirische Abschätzungen berücksichtigt, was eine Überdimensionierung der Konstruktion zur Folge haben kann. Zur Berechnung des Körperschalls von Schalldämpfern mit den im Schiffsbau üblichen großen Abmessungen stellen statistische Methoden einen möglichen Lösungsansatz dar. In diesem Beitrag wird die Entwicklung eines mathematischen Modells zur Berücksichtigung der verringerten Dämpfungswirkung von Schalldämpfern aufgrund von Körperschall auf Basis der Statistischen Energieanalyse (SEA) vorgestellt. Dabei werden die Ein- und Auskopplung sowie die Weiterleitung von Körperschall in Schalldämpferbauteilen mit Methoden der experimentellen und analytischen SEA untersucht und geeignete Vorhersagemodelle entwickelt. Die Ergebnisse der Luft- und Körperschallenergie sowie der SEA-Parameter Eigen- und Kopplungsverlustfaktoren aus Messungen und Rechnungen werden vergleichend gegenübergestellt.

Sitzung „Sprache und Audio im Kfz“

Di. 14:20 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

Comparison of Auditory Testing Environments for Car Audio Systems

Jan Reimes^a, André Fiebig^a, Thomas Deutsch^b, Michael Oehler^b und Hans Wilhelm Gierlich^a

^aHEAD acoustics GmbH; ^bHochschule Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering

For most car drivers and passengers today, the enjoyment of music is an inherent part of their driving experience. In consequence, car audio systems are getting more important from a commercial point of view. Quality investigations of such systems are commonly based on single component or loudspeaker tests. However, the final judgement should always be the sound quality of the complete audio system as perceived by the user. This contribution presents a new framework for auditory tests of car audio systems, which is based on binaurally recorded music tracks. Several cars of different manufacturers including a wide range of audio systems were involved in this evaluation. Since the audience should not be influenced by the interior of a certain car cabin, equalized headphone playback in a defined environment is used. Listening tests can be conducted in a realistic environment, i.e., a driving simulator. While this is recommended from a psychological point of view, the alternative use of a listening studio makes the test process faster and less cumbersome as multiple test subjects can participate simultaneously. To investigate the impact of the testing environment, the test corpus is evaluated in a car cabin as well as in a listening studio.

Di. 14:40 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

An Approach for Instrumental Quality Evaluation of Car Audio Systems

Magnus Schäfer

HEAD acoustics GmbH

The expected sound quality of car audio systems has continually increased in recent years. Systems with particularly high quality for music playback can be found in the luxury class where the audio system is also used as a marketing tool and a unique selling point. No instrumental quality measures which incorporate a perceptually motivated model for the analysis of the complex sound field in the car are available so far for this application scenario. An important aspect in the assessment of perceived audio quality in such a multi-channel scenario is the evaluation of the spatial properties of the sound field. A human listener is easily capable of judging audio systems with respect to their spatial fidelity even if all other characteristics are similar. An approach for the quantification of the spatial properties of the sound field is presented in this contribution which is based on a binaural hearing model. Several parameters are

derived from a coincidence-based model and evaluated with respect to their perceptual relevance. The evaluation is based on a recently conducted listening test which consists of music recordings that were made in different cars.

Di. 15:00 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

ITU-T "Whitelist" to Guarantee High Quality Hands-free Performance in Vehicles

Marc Lepage und Frank Kettler
HEAD acoustics GmbH

The influence of mobile phones on overall speech quality performance of vehicle mounted hands-free implementation is discussed since years between the automotive industry and the mobile phone industry. Mobile phones should provide gateway functionality with transparent transmission characteristics in conjunction with a car hands-free system. ITU-T, the International Telecommunication Union organizes test events to verify the performance of mobile phones in such connections and maintains a "whitelist" of mobile phones fulfilling the requirements. The basis for these tests are the ITU-T Recommendations P.1100 and P.1110. The contribution discusses the experiences gained after three test events over the period from 2014 to 2016.

Di. 15:20 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

Background Noise Simulation in Cars based on Multiple Input - Multiple Output Equalization

Simon Grimm und Jürgen Freudenberg
HTWG Konstanz

For the evaluation of speech enhancement algorithms in conditions with background noise, often noise simulation environments are used. For such evaluations the proper reproduction of recorded noise signals is essential. In the ETSI EG 202 396-1 V.2.2 standard, the background noise signals are reproduced by several loudspeakers, where one or two target microphones are considered. The acoustic transfer functions from the loudspeakers to the microphones are equalized in third octave bands and the time-difference-of-arrivals are compensated. However, for multichannel algorithms that take the spatial information of the sound field into account, this equalization approach is not sufficient. We propose a Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) equalization approach which is able to reproduce the spatial coherence of the noise signals. A simulation setup is used where the number of loudspeakers is greater than the number of microphones. In the frequency domain, the pseudo-inverse of the acoustic transfer function matrix is calculated and used as a mixing matrix for the input signals. In measurements, the reproduced signals at the microphones show an equal power spectral density as well as a similar magnitude square coherence compared with the input noise signals.

Di. 16:40 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

Influence of Driving Noise Characteristics on Speech Quality in the Presence of Background Noise in VehiclesUdo Müsch, Silvia Poschen und Frank Kettler*HEAD acoustics GmbH*

The assessment of speech quality in the presence of background noise according to ETSI EG 396-202-3 has long been part of test specifications for the performance of hands-free terminals in vehicles like the ITU-T Recommendations P.1100 and P.1110. However, current limits for G-MOS, N-MOS and S-MOS in ITU-T P.1100 and P.1110 roughly consider the influence of driving noise by distinguishing between different speeds but not driving noise levels or spectral shape, in particular caused by additional noise sources like fan noise on the MOS results. Measurements on various devices suggest that the achieved scores of a hands-free terminal significantly depend on the noise characteristic which is applied. This contribution compares and discusses the performance of implementations in narrowband and wideband scenarios depending on the applied noise levels and -spectra.

Di. 17:00 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

Speech Communication in Emergency Call Scenarios for MotorcyclesFrank Kettler, Radi Serafimov und Marc Lepage*HEAD acoustics GmbH*

Specifications for speech communication are available for eCall systems in cars, such as the Russian MGS/GOST R55531 Specification or ITU-T Recommendation P.1140. The requirements within the specifications are challenging but feasible to meet, and both specifications are designed with slightly different focus. A much more challenging topic are eCall systems for powered-two-wheelers (P2W) due to the acoustic environment, stronger limitations on microphone and loudspeakers and in particular the extreme situations in crash scenarios: bikers may be far away from the motorcycle after a crash which dramatically increases the problem of speech communication either from the driver to the emergency call center and vice versa. The advantage of possible speech communication is undisputable; however, reasonable requirements are needed for appropriate system design. The most important test case should be the so called "silent call" scenario which may require a completely different design and tuning strategy of such implementations. The contribution discusses challenges and the derivation of potential limits based on laboratory test results.

Di. 17:20 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

Implementation of a new Method for Noise Suppression in Automotive Environments

Tom Maschmann, Marco Gimm, Vasudev Kandade Rajan und Gerhard Schmidt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Talking inside a car can be difficult, due to a high amount of background noise while driving. In-car-communication (ICC) systems can be used to solve this problem. However, ICC-systems, as well as hands-free telephone systems or voice-controlled car applications only record a distorted signal, consisting of the users voice and background noise (engine, wind, tire noise, etc.), which degrades speech intelligibility and quality. This contribution proposes an implementation of a new method for noise suppression in automotive environments. Therefore, several approaches are combined, different speech- and speaker-dependent features are used. Furthermore, a conventional Wiener filter is extended by an adaptive spectral floor and overestimation of the background noise. The objective evaluation discloses a noise attenuation of approximately 10 dB and therefore an improvement of speech quality and intelligibility. Also a subjective test confirms this improvement.

Di. 17:40 CAP2-K

Sprache und Audio im Kfz

Frequency Domain De-essing for Hands-free and In-car Communication Systems

Arthur Wolf, Philipp Bulling und Klaus Linhard

Daimler AG

A De-essing algorithm for applications in noisy environments, such as hands-free systems or intercom systems in cars, is presented. De-essing is a technique to reduce sibilance in speech or vocal recordings. In human voice, sibilance is caused by sibilant consonants, which belong to the fricatives. Sibilant consonants mainly consist of frequencies in the range of 2 kHz to 8 kHz and they are perceived as a hissing sound. For speech recordings in cars, usually the microphone frequency response already reduces the noisy lower frequencies, i.e. the higher frequencies and thus the sibilants are emphasized. The proposed De-esser is capable of detecting sibilants and damping the corresponding frequency bands. The realization is based on a Discrete Fourier Transform filter bank. The algorithm consists of three reduction filters, controlled by relative thresholds. The first filter is a notch filter with its center frequency tuned to the frequency of the maximum level of a sharp sibilant. The second filter is a broad band bandstop filter, used for higher frequencies. A third filter interpolates the range between the minima of the first two filters. Recordings in German language, with sibilant consonants such as "s", "ss", "sch", "z" and "tz", are used for evaluation.

Sitzung „Raumakustik I“

Di. 14:20 CAP3-HS2

Raumakustik I

Der "Jazzcampus Basel" - Gedanken zur Konzeption einer MusikhochschuleMartin Lachmann*Applied Acoustics GmbH*

Die Abteilung Jazz der Musik Akademie Basel hat zum Semesterbeginn 2014 einen Neubau bezogen, den sog. "Jazzcampus". Der kompakte Bau im Zentrum der Basler Altstadt beherbergt insgesamt 50 Musikräume unterschiedlichster Grösse und Funktion. Das Spektrum reicht dabei von Konzertsälen über Proberäume und Tonstudios bis hin zum öffentlichen Jazzclub. Der Vortrag will zwei Aspekte des Projekts, welches der Autor als verantwortlicher Akustiker betreut hat, beleuchten. Den Schwerpunkt bildet die Entwicklung der raumakustischen Konzepte für die Musikräume. Im "Jazzcampus" wurde bewusst auf die, ansonsten in Musikschulen oft anzutreffenden, variablen raumakustischen Massnahmen verzichtet. Stattdessen wurde versucht eine breite Palette von Räumen mit unterschiedlichen akustischen Charakteristika zu schaffen. Damit soll den verschiedenen MusikerInnen und Ensembles eine, sowohl in funktionaler als auch in atmosphärischer Hinsicht inspirierende und flexible Arbeitsumgebung angeboten werden. Abgeleitet aus dieser Entwicklungsgeschichte wird die Zusammenarbeit zwischen den Nutzern, den Architekten und den Akustikplanern beleuchtet. Der für dieses Projekt gewählte partizipative Ansatz kann einen möglichen Ausweg aus dem oft verkrampften Verhältnis - insbesondere zwischen Architekten und Akustikern - aufzeigen. Betrachtet man die Erfahrungsberichte der Dozierenden und Studierenden einerseits und das Echo des Projekts in der Architekturwelt andererseits, so darf gehofft werden, dass im Jazzcampus eine Verbindung von Architektur und Akustik gelungen ist.

Di. 14:40 CAP3-HS2

Raumakustik I

Neubau eines Saals für Orgelmusik in Kharkov / UkraineTobias Behrens und Wolfgang Ahnert*ADA Acoustics & Media Consultants*

Die Regionale Philharmonie Kharkov (Ost-Ukraine) erhielt in Rahmen einer noch andauernden umfassenden Rekonstruktion einen Neubau mit einem Konzertsaal für Orgel-, Chor- und Orchestermusik mit ca. 800 Plätzen. Da es in den orthodoxen Kirchen des Landes i.d.R. keine Orgeln gibt, haben nicht sakrale Orgel-Konzertstätten in der Ukraine eine hohe Bedeutung. Daher wurden die raumakustischen Gegebenheiten des Konzertsangs, insbesondere die Nachhallzeit, tatsächlich auf die Erfordernisse für Orgelmusik ausgelegt. Mittels absenkbaren Plafonds über dem vor der Orgel gelegenen Orchesterpodium können die raumakustischen Gegebenheiten auf orchestrale Darbietungen angepasst werden. Damit kann nicht nur das Untereinander-Hören innerhalb des Orchesters durch frühzeitige Reflexionen gefördert werden, sondern auch die

Nachhallzeit im Saal durch dann wirksam werdende große Absorberflächen zielführend reduziert werden. Der Beitrag geht auf die raumakustische Auslegung, Ausführung und die erzielten Ergebnisse ein.

Di. 15:00 CAP3-HS2

Raumakustik I

Akustik der Staatsoper Unter den Linden

Martijn Vercammen

Peutz bv

Im Oktober 2017 öffnet die Staatsoper Unter den Linden in Berlin nach einer Bauperiode von ca. 7 Jahren wieder seine Türen. Zielsetzung war sowohl eine denkmalgerechte Sanierung als auch eine erhebliche Verbesserung der Akustik. Neben den grundsätzlichen akustischen Schwierigkeiten einer Oper war die wichtigste Einschränkung das geringe Volumen. Auf Grund einer akustischen und baulichen Analyse wurden eingreifende Baumaßnahmen empfohlen und auch durchgeführt, unter Anderem eine Erhöhung der Decke mit ca. 5 m, ohne Erhöhung des Daches. Die Frage, die sich dabei gestellt hatte war, inwieweit ein gekoppelter Raum zur Raumakustik im Hauptvolumen beitragen kann. Anhand eines energetischen Modells gekoppelter Räume war zu zeigen, dass nur ein sehr gut angekoppelter Raum (mit großer Kopplungsfläche und geringer Absorption) einen wesentlichen Beitrag liefern kann. In den Vortrag werden einige Ergebnisse der akustischen Berechnungen und Maßstabsmodelluntersuchungen 1:10 gezeigt, und wie diese Untersuchungsergebnisse den Entwurf beeinflusst haben.

Di. 15:20 CAP3-HS2

Raumakustik I

Investigating listeners' preferences in Detmold Concert Hall by comparing sensory evaluation and objective measurements

Banu Sahin, Sebastià Vicenç Amengual Garí und Malte Kob

Hochschule für Musik Detmold

This paper describes a physical and perceptual investigation of the Detmold Concert Hall auditorium acoustics. The aim of this study is to measure and compare the acoustic quantities as well as the related subjective listener aspects described in ISO 3382-1. For this purpose, room impulse response (RIR) and binaural room impulse response (BRIR) measurements were conducted in different listening positions throughout the concert hall auditorium. An omnidirectional microphone, a figure-of-eight microphone and an artificial head were simultaneously used to derive impulse responses. To provide a controlled source, a modified version of the loudspeaker orchestra (Pätynen et.al) was used. The measured BRIRs were then convolved with anechoic music for auralization. Sensory evaluations were derived by performing listening tests using headphones and the test subjects were asked to compare the auralized sounds of different listening positions in the concert hall. The room acoustical parameters estimated from RIR measurements were mapped and related to the perceptual preferences of the subjects.

Di. 15:40 CAP3-HS2

Raumakustik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)**Sitzung „Raumakustik (Poster)“**

Kurzvorträge: Di. 15:40 (CAP3-HS2); Poster-Forum: Di. 16:00

Di.

Raumakustik (Poster)

Adaptives Akustikelement zur temporären Anpassung des RaumklangsMatthias Klärner, Rajko Berger, Sandra Gelbrich und Lothar Kroll
TU Chemnitz

Das adaptive Akustikelement wurde konzipiert und ausgelegt, um die Raumakustik in öffentlichen und privaten Gebäuden gezielt und individuell beeinflussen zu können. Der adaptive Absorber soll dabei einen hohen Leichtbaugrad aufweisen, um eine einfache, großflächige und variable Montage ähnlich zu Unterhangdecken zu ermöglichen. Das System dient der gezielten Beeinflussung der Nachhallzeit von Räumen sowie der Dämpfung bestimmter Frequenzbereiche zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit. Ein einzelnes Element besteht aus einem Rahmen mit darin beweglich gelagerten Prismen zur Abstimmung des Helmholtz-Resonators auf die zu beeinflussenden Frequenzbereiche. Mittels der variablen Klappensteuerung werden ferner die wirksamen Oberflächen der Absorber und damit die Nachhallzeit des Raumes zielgerichtet verändert. Weiterhin beinhalten die Akustikelemente eine LED-Beleuchtung sowie eine variable Szenensteuerung zur Realisierung verschiedener akustischer und Beleuchtungsmodi.

Di.

Raumakustik (Poster)

Eine mobile App zur Bestimmung raumakustischer ParameterAndreas Rosenkranz^a, Ralf Burgmayer^a, David Ackermann^b, Markus Hädrich^b und Stefan Weinzierl^b^a*TU Berlin*; ^b*TU Berlin, FG Audiokommunikation*

The measurement of room acoustical parameters is traditionally conducted with PC-based software or specifically designed measurement devices. However, since smartphones with their remarkable computing power are commonplace tools today, they not only seem perfectly suitable for performing the required signal processing, but also offer a powerful graphical user interface, large memory and high-speed network connections. Therefore, a mobile app was developed at the Audio Communication Group, that enables the user to measure impulse responses with an arbitrary external excitation, and to calculate reverberation times and other room acoustical parameters according to ISO 3382. Particular attention was paid to the use of open source libraries to make the project accessible to other groups and to facilitate the further development

by the room acoustical community. Our contribution will present the software design as well as the availability of hardware extensions such as calibrated measurement microphones.

Sitzung „Raumakustik II“

Di. 16:40 CAP3-HS2

Raumakustik II

Classification of Room Shapes Through Room Acoustic Parameters by Machine Learning Algorithms

Ina Medebach^a, Tobias Gutenkunst^a, Ajan Hannemann^a, Athanasios Lykartsis^b und Stefan Weinzierl^b

^a TU Berlin; ^b TU Berlin, FG Audiokommunikation

In this paper we present a method to classify different architectural room shapes based on their room acoustical parameters. We used two supervised machine learning approaches, the KNN and the SVM classifier. We attempted to identify combinations of acoustical parameters which enable the algorithm to assign six shape classes: shoebox, vineyard, opera/horseshoe, church, auditorium and complex (residue class). In order to evaluate our approach, we used a data set of synthetically generated rooms with their corresponding room acoustical parameters (GRAP). To find the best combinations, we tested all DIN EN ISO 3382 parameters in all possible combinations. With this process we are able to achieve an accuracy above 65 % for shape classification based on SVM classification and 75 % for the KNN approach. We will discuss the results with respect to the acoustical relevance of the above mentioned architectural designs as well as to the question how complete the room acoustical impression is represented by the existing set of parameters.

Di. 17:00 CAP3-HS2

Raumakustik II

Identification of absorption parameters using an optimization algorithm

Daniel Sadra^a und Thomas Kletschkowski^b

^a Heinkel Engineering GmbH & Co. KG; ^b Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Due to the powerful computer simulations and algorithms, a room acoustic simulation is often a good alternative instead of performing complex measurements. For the quality of room acoustic simulation models which involve source receiver combinations, absorption coefficients of different materials are of great interest to describe the behavior of the room according to the reverberation time close to the real world situation. Sometimes these absorption coefficients might not be available or the data is simply unknown. The Room Acoustic Property Optimizer (RAPO) can be of advantage in solving such difficulties. To design a RAPO test case, absorption coefficients have been measured in a semi anechoic chamber using a Microflown impedance device. Additionally, the Energy Decay Curve (EDC) has been measured. In a second step, a room acoustical model of the semi anechoic chamber is used to generate a simulated

EDC. The different absorption coefficients within the model have been estimated. Both generated EDCs will afterwards fed to the optimization algorithm and then crosschecked whether the estimation of the absorption coefficients have been performed correctly or if an adaption of the absorption coefficients is necessary to improve the quality of the acoustic simulation.

Di. 17:20 CAP3-HS2

Raumakustik II

Mehrdimensionale optische Clusteranalyse raumakustischer Parameterwerte von Konzertsälen, Opernhäusern und anderen Raumtypen

Klaus-Hendrik Lorenz-Kierakiewitz^a, Alexander Fuß^a, Benjamin Pfänder^a und Stefan Ostrowski^b

^aPeutz Consult GmbH; ^badmost Ostrowski

Die Analyse und Präsentation raumakustischer Parameterwertebereiche von in Bezug auf ihre Hörsamkeit beurteilten Räumen wurde lange in Tabellen und auf zwei Größen beruhenden zweidimensionalen Graphen vorgenommen. Die aktueller Computersoftware zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Datenpräsentation und -analyse erlauben jedoch eine mehrdimensionale Analyse mehrerer raumakustischer Parameter gleichzeitig. Am Beispiel für einen Raum global kennzeichnender raumakustischer Parameterwerte wie Nachhallzeit T_{Mid}, Stärkemaß G_{Mid,10m} und Raumvolumen V soll (ohne Einschränkung einer allgemeineren Gültigkeit des vorgestellten Verfahrens) mit Hilfe mehrdimensionaler Darstellungen verschiedener Beispiele verschiedener Raumtypen als Koordinaten im aufgespannten Parameterraum ausgelotet werden, welche Erkenntnisse aus einer dreidimensionalen Darstellung von die Räume charakterisierenden Parameter-Tripeln in einem solchen Parameterraum gewonnen werden können, z.B. durch optische Analyse. Indem diese Datenanalyse auf eine weitere Dimension erweitert wird, hier z. B. durch Ergänzung der Parameterwertetripel durch eine Qualitätsbeurteilung aus subjektiven Qualitätsrankings auf Wertequadrupel und eine entsprechende graphische Darstellung, soll in diesem Beitrag aufgezeigt werden, inwieweit für die verschiedenen Raumtypen bezüglich der Hörsamkeit als gut beurteilte Räume als Cluster in einem begrenzten Raumbereich dieses Parameterraums lokalisiert werden können. Letztendlich können aus dieser Analyse wiederum Anforderungen an die Wertebereiche der betrachteten raumakustischen Parameter gewonnen werden, welche als zielführend für eine als gut bewertete Hörsamkeit der verschiedenen Raumtypen betrachtet werden können.

Di. 17:40 CAP3-HS2

Raumakustik II

Dealing with anomalous diffraction behaviour in noise standards using sound particle diffractionJochen Schaal und Thomas Judd

SoundPLAN GmbH

Important noise standards such as ISO 9613-2 and CNOSSOS-EU simulate diffraction with geometric "detour" methods. Unfortunately, it is known (but not necessarily well publicised) that these procedures can return unphysical results. Potential problems include discontinuities of several decibels and unphysical plateaus in the sound field. In addition, such methods underestimate levels close to the start of a diffraction shadow zone and quantitative errors can be well in excess of ten decibels. We show that significant improvement is possible without abandoning the advantages of geometrical acoustics by combining an "uncertainty-based diffraction" procedure with a sound particle simulation. This approach returns behaviour much closer to wave-based methods and removes unphysical anomalies while using a mere fraction of the computational resources that would typically be required for wave simulations.

Sitzung „Städtebaulicher Lärmschutz I“

Di. 15:00 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz I

Position des ALD zum geplanten Urbanen Gebiet in der Baunutzungsverordnung

Michael Jäcker-Cüppers

Arbeitsring Lärm der DÉGA

Gemäß Baugesetzbuch soll die städtebauliche Entwicklung vorrangig durch Maßnahmen der Innenentwicklung erfolgen. Damit soll der Zersiedlung entgegengewirkt, der Flächenverbrauch gesenkt und dem Leitbild der "Stadt der kurzen Wege" entsprochen werden. Das für Bauen und Umwelt zuständige Bundesministerium BMUB hat im Jahr 2016 zur Erleichterung der Innenentwicklung eine neue Gebietskategorie in der Baunutzungsverordnung vorgeschlagen, das so genannte Urbane Gebiet (MU). Das MU soll einerseits eine dichtere Bebauung und kleinräumigere Nutzungsmischung ermöglichen. Andererseits sollen höhere Richtwerte für die gewerbliche Immissionen (gegenüber Mischgebieten) zulässig sein. Dazu soll die TA Lärm geändert werden. Der ALD hat in seiner Stellungnahmen zwar grundsätzlich die Verdichtung und Nutzungsmischung begrüßt, die Erhöhung der Immissionsrichtwerte aber abgelehnt, weil damit gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse nicht mehr sicher gestellt sind. Diese Position wird im Detail begründet.

Di. 15:20 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz I

Lärm als Thema der gesundheitsfördernden StadtentwicklungHeike Köckler*Hochschule für Gesundheit*

Lärmbelastung im Wohnumfeld ist ein zentrales Thema der gesundheitsfördernden Stadtentwicklung. Hierbei handelt es sich zum einen um ein komplexes Zusammenspiel von objektiver Belastung und subjektiv wahrgenommener Belästigung, die zudem häufig nicht deckungsgleich sind. Ferner ist Lärm nur eine gesundheitsrelevante Immission, die gerade in städtischen Kontexten gemeinsam mit anderen Emissionen derselben Quelle (Verkehr und Gewerbe) oder anderer Quellen auftritt. Zudem kann Lärm vorhandene gesundheitsfördernde Verhältnisse mindern. So wird der Erholungswert von Grün- und Wasserflächen durch Lärm deutlich eingeschränkt. Lärm ist daher ein relevanter Faktor in Ansätzen zur Bewertung von Mehrfachbelastungen. Hinzu kommt, dass häufig sozial benachteiligte Menschen, die besonders vulnerabel sind, von Lärmimmissionen betroffen sind. Gesundheitliche Auswirkungen derselben Lärmbelastung sind bei diesen Menschen stärker ausgeprägt als bei weniger vulnerablen Menschen. Dieser Aspekt wird unter dem Begriff der umweltbezogenen Verteilungsgerechtigkeit gefasst. Der Stadtplanung steht mit der integrierenden Bauleitplanung und den sektoralen Instrumenten des planerischen Umweltschutzes, wie der Lärmminderungsplanung, ein umfassendes Instrumentarium zur Lärmminderung zur Verfügung. In dem Beitrag werden aktuelle Erkenntnisse der gesundheitsfördernden Stadtentwicklung aus stadtplanerischer Perspektive dargelegt, um Erfordernisse und Möglichkeiten des Lärmschutzes aufzuzeigen. Ferner wird Bezug genommen auf die aktuelle Diskussion um die Einführung der Gebietskategorie "urbanes Gebiet".

Di. 15:40 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)**Sitzung „Städtebaulicher Lärmschutz (Poster)“**

Kurzvorträge: Di. 15:40 (CAP3-HS3); Poster-Forum: Di. 16:00

Di.

Städtebaulicher Lärmschutz (Poster)

Rechtliche Rahmenbedingungen des neuen Urbanen Gebiets (MU)Stefan PlangerRechtsanwalt

Die Baunutzungsverordnung soll um ein neues Gebiet ergänzt werden, dem "Urbanen Gebiet" - MU in den Bebauungsplänen, mit einer Grundflächenzahl von 0,6 und einer Geschossflächenzahl von 3,0. Der Gesetzesentwurf führt dazu aus: Das "neue Zusammenleben in der Stadt" soll gestärkt und "aktuelle Entwicklungen und Problemlagen aufgegriffen" werden. Die Lösung sei "eine Erleichterung des Bauens in stark verdichteten städtischen Gebieten" durch Einführung des neuen Urbanen Gebietes.

Dadurch soll den Kommunen mehr "Flexibilität" "zur Erleichterung des Bauens" in den "stark verdichteten städtischen Gebieten" eingeräumt werden. Trotzdem soll das "grundsätzlich hohe Lärmschutzniveau" nicht verlassen werden. Die mit dem neuen MU-Gebiet geplante Änderung der TA Lärm siedelt das "neue Zusammenleben" ausdrücklich in die Nähe von Gewerbegebieten an, mit Richtwerten von 63dB(A) tagsüber und 48dB(A) nachts (Gewerbegebiet 65dB(A) bzw. 45dB(A). Für die Anlagenbetreiber bedeute dies "weniger anspruchsvolle Anforderungen als in Kern-, Dorf- und Mischgebieten", bei denen "bisher" der Schutz von Wohnungen vor Lärm am "schwächsten ausgeprägt war". Der Vortrag soll den rechtlichen Rahmen in den baurechtlichen und immissionsschutzrechtlichen Bestimmungen aufzeigen, in denen sich das neue Urbane Gebiet bewegt. Des weiteren soll aufgezeigt werden, welche Konfliktlagen die hohen TA- Lärmrichtwerte für das neue MU-Gebiet bringen kann, welche sich in der Nähe eines "Gewerbegebietes" bewegen.

Sitzung „Städtebaulicher Lärmschutz II“

Di. 16:40 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz II

Lärm durch Nutzungsmischung in Innenstädten im historischen Kontext

Wolfgang Heitkämper

GTA Gesellschaft für Technische Akustik mbH

Die Attraktivität von Innenstädten soll aus städtebaulicher Sicht durch eine kleinräumige Mischung unterschiedlicher Nutzungen (Wohnen, Gewerbe, Handel, Gaststätten etc.) erhöht werden. Dieses Mehr an "Lebendigkeit" führt einerseits vielleicht zu kürzeren Wegen und damit zu weniger Verkehrslärm, andererseits jedoch kann es durch die enge Nachbarschaft von Wohnen und Gewerbe zu erhöhten Geräuschbelästigungen kommen. Stadtplanung hat versucht, durch eine über die Jahre stufenweise Änderung der Baunutzungsverordnung im entsprechenden Baugebiet, nämlich im Kerngebiet (MK), immer mehr Wohnnutzung zu etablieren. Die nach der TA Lärm festgelegte Schutzbedürftigkeit der Baugebiete mit gemischten Nutzungen (MD, MI, MK), denen identische Immissionsrichtwerte zugewiesen wurden, ist daher gut zu begründen. Die Schaffung des derzeit geplanten neuen Baugebiets "Urbanes Gebiet" mit um drei dB(A) höheren Immissionsrichtwerten im Vergleich zu den anderen Gebieten mit gemischter Nutzung erfüllt weder die Erwartung an mehr Entfaltung von "Lebendigkeit" im innerstädtischen Raum, noch schützt es die Anwohner angemessen vor überflüssigen Geräuschen technischer Anlagen (Klima und Lüftung), die sich hier ohne Not verstärkt entfalten können. Es soll gezeigt werden, dass andere Überlegungen als das Erhöhen von Immissionsrichtwerten zielführender das Nebeneinander von Wohnen, Gewerbe und Freizeit ermöglichen könnten.

Di. 17:00 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz II

Lärmschutz als Teil der Städtebaupolitik - "Urbaner Lärmschutz" als strategisches Gesamtkonzept!Jochen Richard*Planungsbüro Richter-Richard, Aachen*

Mit den jüngeren Entwicklungen im Lärmschutzrecht, aber auch mit der dritten Runde der Lärmaktionspläne stellt sich die Frage, ob Lärmschutz in bebauten Bereichen so weitermachen kann wie bisher oder ob er sich neu ausrichten muss. So ist das "Urbane Gebiet" als Erweiterung der Baunutzungsverordnung zwar im Grundsatz zu begrüßen, aber es ändert nichts an den schädlichen Wirkungen von Lärm - die Tolleranzschwelle wird lediglich nach oben verschoben! Lärmschutz ist bisher stark auf die lokale Beseitigung von Lärmproblemen ausgerichtet (Maßnahmen StVO, lärmindernde Asphaltdeckschichten, Lärmschutzfensster). Wenn man Lärmschutz nachhaltig (im klassischen Sinn dieses abgenutzten Begriffs) betreiben will, stellt sich zuallererst die Frage nach der Beeinflussbarkeit der Ursachen. Es geht damit anstelle von fachplanungsbezogenen Ansätzen um eine Neuorientierung der Mobilitätspolitik, ein strategisches Vorgehen in der Stadtentwicklung und abgestimmte Konzepte für die Umsetzung - kurz: es geht um einen städtischen Managementansatz. Nicht nur Pegel sind physikalisch zu vernichten, sondern es muss eine neue Stadtqualität geschaffen werden. Es geht um "urbanen Lärmschutz". In diesem Zusammenhang wurde die Erhaltung, vor allem aber die Entwicklung ruhiger Gebiete in bebauten Bereichen bisher wenig beachtet. Ihre Bedeutung wird unterschätzt. Beispiele aus dem Inland, vor allem aber bei unseren europäischen Nachbarn zeigen, dass "urbaner Lärmschutz" keine unerreichbare Vision sein muss.

Di. 17:20 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz II

Lärmaktionsplanung als integrierter und ganzheitlicher Stadtplanungsansatz mit BürgerbeteiligungRoozbeh Karimi und Ulrich Möhler*Möhler + Partner Ingenieure AG*

Die Lärmaktionsplanung nach der EU-Umgebungslärmrichtlinie präsentiert sich in der Praxis der 1. und 2. Stufe bundesweit auf sehr vielfältige Weise. Es finden sich sowohl sehr kurze, mit geringstem Aufwand erstellte Aktionspläne, die aus schalltechnischer und planerischer Sicht kaum einen Mehrwert beinhalten, als auch sehr kreative und integrierte Aktionspläne. Die EU-Umgebungslärmrichtlinie bietet u.a. mit dem Managementansatz, einer intensiven Bürgerbeteiligung und der Möglichkeit der Einbeziehung verschiedener Lärmarten (z.B. Straße und Schiene) neue Wege und deutlich mehr Gestaltungsmöglichkeiten für die kommunale Planung.

Im Rahmen des Vortrages sollen diese Möglichkeiten des Lärmaktionsplanes als Schnittstelle zu der Bauleitplanung und anderen Planungsebenen sowie die integrierte Einbindung aller Themenbereiche (wie z.B.

Stadtplanung etc.) und der Bürgerschaft anhand von konkreten Beispielen skizziert und diskutiert werden.

Di. 17:40 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz II

Urban Sound Planning - Schall(schutz)planung im Städtebau

Joachim Scheuren, Beate Altreuther und Sonia Alves

Müller-BBM GmbH

Die weltweit wachsende Urbanisierung stellt auch die Akustik, die akustischen Aspekte der Stadtplanung vor ständig wachsende Herausforderungen. Denn die Wirtlichkeit unserer Städte hängt entscheidend auch von ihrer akustischen Qualität ab, die jedoch nur dann zufriedenstellend erreicht werden kann, wenn alle den Schall betreffenden Gesichtspunkte bei der Planung ausreichend berücksichtigt werden. Dabei stößt die bisher überwiegend praktizierte Schallschutzplanung, die in der Regel viel zu spät eingebunden wird und deshalb die dann nicht mehr änderbaren akustischen Folgen früherer Planungsentscheidungen nur noch eingeschränkt beeinflussen, "reparieren" kann, zunehmend an ihre Grenzen. Um die daraus resultierende Wirkungsbeschränkung jeder Stadtplanung nachhaltig zu überwinden, bedarf es statt nachgeordneter Schallschutzplanung einer gleichberechtigten akustischen Planung, die vom frühestmöglichen Zeitpunkt an alle akustischen Aspekte möglichst realistisch, d.h. empfindungsnahe einbezieht. Ausgehend von den Ergebnissen und Einsichten des EU-geförderten ITN-Projekts "SONORUS" werden die methodischen und technischen Erfordernisse dieses ganzheitlichen, holistischen Ansatzes identifiziert und die derzeitigen Möglichkeiten seiner praktischen Umsetzung aufgezeigt.

Sitzung „Musikalische Akustik I“

Di. 14:20 OS40-14

Musikalische Akustik I

Grammatiklernen auf unterschiedlichen musikalischen Skalen - Über die Rolle der Primzahlen in der Musik

Joshua Lorenzen^a und Christian Kaernbach^b

^aChristian-Albrechts-Universität zu Kiel; ^bChristian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Psychologie

Musikalische Strukturen folgen Regeln. In der Sprache werden Regelwerke zur Abfolge von Sprachlauten mit Grammatiken beschrieben. In diesem Sinne kann man auch von einer musikalischen Grammatik sprechen, die wir wie sprachliche Grammatik durch das Hören richtiger Tonfolgen erlernen. Wir haben uns gefragt, ob unterschiedliche musikalische Skalen mehr oder weniger gute Voraussetzungen für das Erlernen einer (neuen) Grammatik bieten. Verglichen wurden verschiedene gleichstufige Stimmungen: Oktave (1:2) geteilt durch 12 Stufen (entspricht der heute üblichen westlichen Stimmung), Tritave (1:3) geteilt durch 13 Stufen (auch bekannt als Bohlen-Pierce Skala), und die Doppeloktave (4:1) geteilt durch 21 Stufen. Die Teilnehmer hörten über 30 Minuten 18 verschiedene Sequenzen in randomisierter Reihenfolge 20-mal

wiederholt. Diese Sequenzen folgten einer finite-state Grammatik moderater Komplexität. In der Testphase wurden 15 der bekannten 18 Folgen randomisiert mit 15 neuen Folgen derselben Grammatik und mit 15 fehlerhaften Folgen dargeboten und die Teilnehmer befragt, ob die Folgen alt/grammatisch, neu/grammatisch oder neu/ungrammatisch seien. Es zeigte sich, dass bei allen drei Skalentypen die Grammatik auf neue grammatische Folgen übertragen werden konnte. Am besten klappte dies naturgemäß für die heute übliche Stimmung, am schlechtesten für die Bohlen-Pierce-Skala. In weiteren Experimenten soll überprüft werden, ob diese Unterschiede tatsächlich an den Zahlenverhältnissen der jeweiligen Skala liegen.

Di. 14:40 OS40-14

Musikalische Akustik I

Formanten als hilfreiche Timbre Deskriptoren für die Darstellung von Blasinstrumentenklängen

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

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

In der Klangfarbenforschung wurden seit Hermann von Helmholtz (1863) die unterschiedlichsten Klassifikationsmodelle für Musikanstrumentenklänge vorgestellt. In den meisten Fällen wurden dabei nur die klanglichen Unterschiede einzelner (häufig synthetischer) Töne bei gleicher Tonhöhe und Dynamik ermittelt und von diesen dann auf ganze Instrumente geschlossen (besonders z.B. Timbre Spaces, ab Grey 1975). Seit mehr als 90 Jahren wird moniert, dass die Klangfarbe von Einzeltönen etwas anderes ist als die Klangfarbe von ganzen Musikanstrumenten (Stumpf 1926, S. 393 bis Siedenburg et al. 2016). Für die klangliche Beschreibung ganzer Musikanstrumente gibt es nur wenige Konzepte. Neben MFCCs (Loughran et al. 2008) haben sich hier vor allem Formantbereiche bewährt (ab Schumann 1929), weswegen sie im Bereich des Music Information Retrievals vielleicht mehr Beachtung bekommen sollten: Für eine formantbasierte Klassifikation von Blasinstrumenten wurden mehr als 600 orchestertypische Klänge in jeweils allen erreichbaren Tonhöhen und zwei Dynamikstufen pro Instrument (pp, ff) auf ihre ersten beiden Formanten hin untersucht (Praat, Boersma/Weenink 2013), welche auf zwei Achsen (F1/F2) aufgetragen wurden. Besonders für die Doppelrohrblatt- und Blechblasinstrumente ergab sich hierbei ein überraschend stimmiges Klangfarben-Ähnlichkeitsfeld, in welchem unter der Berücksichtigung von Tonhöhen- und Dynamikunterschieden (und in Übereinstimmung mit den bisherigen Formantbeschreibungen in der Literatur) ganze Musikanstrumente gut unterscheidbar dargestellt werden können.

Di. 15:00 OS40-14

Musikalische Akustik I

Timbre Space reloaded: Tonhöhe und Dynamik als Teil der Klangfarbenempfindung

Saleh Siddiq^a, Christoph Reuter^a, Isabella Czedik-Eysenberg^a und Dennis Knauf^b

^aUniversität Wien, *Musikwissenschaftliches Institut*; ^bTU Wien

Klangfarbe ist ein mehrdimensionales Phänomen (Stumpf 1890, Licklider 1951). Gemäß einer "Negativdefinition", nach der Klangfarbe das Unterscheidungsmerkmal zweier Töne gleicher Tonhöhe und Lautstärke ist (ANSI 1960), werden bei Klangfarbenmessungen meist Musikinstrumente auf eine einzige Tonhöhe und Dynamikstufe reduziert. Die an solchen Einzelklängen ermittelten Ergebnisse werden jedoch stillschweigend dann auf ganze Musikinstrumente übertragen.

Obwohl Klangfarbe eng mit der Schallquelle verknüpft ist, unterscheiden sich die Klänge eines einzelnen Instruments teilweise erheblich von einander (Barthet u.a. 2010). Es gilt also Tonhöhe und Dynamik in die Klangfarbenwahrnehmung einzubeziehen und Instrumente über mehrere Töne zu erfassen, um nicht nur klangspezifische sondern auch instrumententypische Aussagen treffen zu können.

Um Tonhöhe und Dynamik als Einflussfaktoren zu berücksichtigen wurden in der vorliegenden Studie typische Orchesterinstrumente in jeweils drei Tonhöhen und drei Dynamikstufen auf perzeptive Ähnlichkeit hin getestet. Aus den im Hörversuch ermittelten subjektiven Klangfarbenunterschieden wurde mittels MDS ein vierdimensionaler Timbre Space errechnet. Die Ähnlichkeitsstruktur der darin enthaltenen Punktwolke wird in einer Clusteranalyse noch weiter untersucht. Es zeigt sich, dass die Tonhöhe einen massiven Einfluss auf die Klangfarbenempfindung ausübt und keinesfalls vom Klangganzen "subtrahiert" werden kann, wie es die ANSI-Definition suggeriert. Ähnliche spektrale Strukturen bewirken zwar meist eine hohe klangliche Ähnlichkeit, weisen jedoch nicht zwingend auf das gleiche Instrument hin.

Di. 15:20 OS40-14

Musikalische Akustik I

Pedaltöne auf einem Sousaphon

Guenter Krauss

Straubing

Als Pedaltöne bezeichnet man bei Blechblasinstrumenten die Töne unterhalb der tiefsten normalerweise benutzten Instrumentenresonanz. Auf einem B Sousaphon lassen sich in der Kontraktave Pedaltöne chromatisch spielen. Die Grundwelle der Pedaltöne hat normalerweise keine zugeordnete Resonanzfrequenz in der Instrumentenimpedanz. Zur Veranschaulichung wird Zeitverlauf und Spektrum des Schalldrucks im Instrumentenmundstück beim Spielen der Pedaltöne gemessen.

Di. 15:40 OS40-14

Musikalische Akustik I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)**Sitzung „Musikalische Akustik (Poster)“**

Kurzvorträge: Di. 15:40 (OS40-14); Poster-Forum: Di. 16:00

Di.

Musikalische Akustik (Poster)

Was macht Musik 'hart'? Klangliche Merkmale zur genreübergreifenden Identifikation musikalischer HärteIsabella Czedik-Eysenberg^a, Christoph Reuter^a und Denis Knauf^b^aUniversität Wien, *Musikwissenschaftliches Institut*; ^bTU Wien

In musikpsychologischen Untersuchungen zu harter Musik (z.B. Weindl 2005, v.Georgi et al. 2011) wird diese häufig mit bestimmten Genres gleichgesetzt (meist Metal, seltener Punk oder Hardcore-Techno). Oft wird dabei nur am Rande thematisiert, welche klanglichen Parameter die musikalische "Härte" eigentlich kennzeichnen.

Beschrieben werden unter anderem stark verzerrte Gitarrenklänge (Walser 1993, Berger 1999), eine ausgeprägte Intensität tiefer, bzw. auch hoher Frequenzbereiche (Reyes 2008, Berger/Fales 2005), hohe Lautheit bei gleichzeitigem geringen Dynamikumfang (Weinstein 1991, Walser 1993), eine flache dynamische Hüllkurve infolge von Klangverzerrungen (Berger/Fales 2005), starke perkussive Klänge (Gross 1990), ein hoher Geräuschanteil im Stimmklang (Wallach et al. 2011), unklare Tonalität bzw. harmonische Dissonanzen (Berger 1999) und ein besonders schnelles oder langsames Tempo (Wallach et al. 2011).

Um herauszufinden, welche Klangmerkmale als aussagekräftige Deskriptoren für eine automatisierte Extraktion dienen können und inwie weit sich diese auch genreübergreifend zur Identifikation musikalischer Härte eignen, bewerteten 40 Versuchspersonen den subjektiven Härteindruck von 62 Musikausschnitten unterschiedlicher Genres, die zuvor in Matlab signalanalytisch ausgewertet wurden (Driedger/Müller 2014, Lartillot/Toivainen 2007; Genesis 2009).

Aus der Reihe an relevanten Klangmerkmalen traten besonders die perkussiven Signalanteile und die Flachheit der spektralen Hüllkurve hervor. Ein mittels multipler linearer Regression aufgestellter Gesamtdeskriptor erreichte eine Korrelation von $r=0.86$ ($p<0.01$) mit den im Hörversuch gewonnenen Härte-Urteilen.

Sitzung „Musikalische Akustik II“

Di. 16:40 OS40-14

Musikalische Akustik II**Empirical studies on the minimum bow force**Robert Mores*Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg*

There exist diverse theories on the minimum bow force (MBF) necessary to establish Helmholtz motion on stringed instruments. MBF relates to bow velocity, relative bow-bridge distance, string impedance, friction coefficients, and conditions of string termination. Earlier related measurement setups cover a diverse scenario of bowing machines which usually employ driving engines. MFB investigations, however, ask for observations down to few cN and require mutual collaboration with the ongoing stick-slip interaction, both difficult to achieve with a rugged motor. A low-friction bowing pendulum has been constructed to allow precise measurement of relevant bowing parameters. This instrumental setup has already proven to challenge existing theories on the maximum bow force. Now, for MBF, in terms of analysis, a dedicated classifier identifies intermediate stick-slip incidents within fundamental periods. Fundamental periods with one or more intermediate stick-slips are identified as non-Helmholtz regimes, periods without intermediate stick-slips are identified as Helmholtz regimes. Regime transitions trigger the extraction of mentioned forces and geometries for MBF modelling.

Di. 17:00 OS40-14

Musikalische Akustik II**Assessing the Effect of Laminate Soundboard Characteristics in the Physics-based Model of the Piano**Dora Jenei-Kulcsar und Peter Fiala*Budapest University of Technology*

Piano sound quality depends on many parameters. As the soundboard is responsible for inter-string coupling and sound radiation, one of the most important factor is the soundboard quality, mainly depending on geometry and the material properties. Traditional soundboards are built from solid high quality music wood (in general spruce), but in many low-priced instruments wood-laminates are used instead. Laminates are also getting more important because of the increasing demand for composite soundboards in piano manufacturing. In both cases, parameter variability - resulting either from natural wood characteristics or manufacturing tolerances - plays an important role in physics based modelling. In composite laminates both the fibre direction and layer thickness vary, that introduces uncertainty in the soundboard mechanics. We present a stochastic finite element model of the laminated piano soundboard that is capable to assess the uncertainty of its lower eigenfrequencies and mode shapes resulting from uncertain fibre directions and layer thickness. The nonlinear relationship between stochastic inputs and the response

are modelled using a collocational polynomial chaos expansion technique. The stochastic soundboard model is integrated in a piano simulation tool, so the effects of chosen models and parameters are examinable in detailed simulation.

Di. 17:20 OS40-14

Musikalische Akustik II

Entwicklung eines Systems zur automatischen Musikempfehlung im Kontext des Audio Brandings

Jochen Steffens^a, Hauke Egermann^b, Andreas Schönrock^a, Martin Herzog^a und Steffen Lepa^a

^a*TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^b York Music Psychology Group, Department of Music, University of York, UK*

In den vergangenen Jahren haben Audio Branding und Music Branding, d.h. Maßnahmen akustischer Markenführung im Bereich des Marketings, zunehmend an Bedeutung gewonnen. Das EU-geförderte Forschungsprojekt ABC_DJ zielt darauf ab, Audio-Branding-Agenturen mit Softwarelösungen auszustatten, die eine Identifikation markenrelevanter Musikstücke aus großen Archiven, etwa zur automatischen Generierung von Playlists, ermöglicht. Zu diesem Zweck soll ein statistisches Modell entwickelt werden, das den semantischen Ausdruck von Musiktiteln basiert auf deren akustischen Charakteristika sowie dem sozialen und kulturellen Kontext der Hörer vorhersagt. Im ersten Schritt wurde dafür zunächst das sogenannte General Music Branding Inventory (GMBI) entwickelt, welches ein umfangreiches, psychometrisch optimiertes Fachvokabular von Markenattributen darstellt, wie es im Kontext des Music Branding verwendet wird. Daraufhin wurde eine Online-Studie mit 3240 Personen aus drei europäischen Ländern durchgeführt. Im Rahmen dieser Studie wurden die Versuchsteilnehmer gebeten, Auszüge aus verschiedenen Musikstücken mit Hilfe der GMBI-Attribute zu bewerten. Insgesamt wurden für den Versuch 183 Musikausschnitte aus 61 verschiedenen Stilistiken mit einer Länge von jeweils 30 Sekunden verwendet. Diese Ausschnitte wurden zudem in Hinblick auf 50 verschiedene Audio Features analysiert. Im Rahmen des Beitrages werden erste Ergebnisse der Studie, insbesondere zum Zusammenhang zwischen musikalisch-akustischen Eigenschaften und dem wahrgenommenen semantisch-emotionalen Musikausdruck, dargestellt. Darauf basierend werden ferner erste Entwürfe des Vorhersagemodells skizziert.

Di. 17:40 OS40-14

Musikalische Akustik II

Affektiv-physiologische Reaktionen auf DJ-Performances

Hannes Helmholz, Philipp Matalla und Steffen Lepa

TU Berlin, FG Audiokommunikation

Im Zuge der Zunahme von DJ-Performances im Rahmen populärmusikalischer Veranstaltungen mit elektronischer Tanzmusik (EDM) gewinnt deren Einfluss und Wirkung auf das Publikum an Bedeutung. Das folgende Paper legt den Fokus auf physiologische Reaktionen während der

auditiven Wahrnehmung derartiger Auftritte. Dazu wurden in einem Experiment die Veränderungen von Hauttemperatur, Hautleitwert und Puls analysiert. Diese Körperfunktionen sind als unspezifische affektive physiologische Reaktionen auf auditive Stimuli anzusehen, die lediglich die Vorstufe für vollständige musikästhetische Emotionen bilden. Dennoch sollen Sie zeigen, ob die Eingriffe eines DJs, in Form dynamischer Filter, in der physiologischen Erregung der Rezipienten versuchspersonenunabhängig und regelhaft rund um den Zeitpunkt des Eingriffs widerspiegeln. An der Studie haben 10 Frauen und Männer mit einer Vorliebe für elektronische Tanzmusik teilgenommen. Die künstlerisch-performativen Eingriffe wurden so präsentiert, dass abhängig vom Zeitabschnitt die jeweils andere der zwei homogenen Probandengruppen als Kontrollgruppe diente. In den Ergebnissen konnten verschiedenartige Reaktionen in Abhängigkeit von den erfolgten DJ-Manipulationen festgestellt werden. Im gegebenen Untersuchungskontext konnten signifikante Unterschiede bei Hauttemperatur und Puls gefunden werden.

Sitzung „Realzeit-Simulation, Reproduktion und Evaluation von Schallfeldern“

Di. 14:20 OS40-201

Realzeit-Simulation

The new anechoic chamber research facility and real-time Simulated Open Field Environment

Bernhard Seeber

TU München, Audio-Signalverarbeitung

TUM has built a new customized anechoic chamber for the research purposes of the Audio Information Processing group: 1) psychoacoustic, audiological, audio-visual and spatial hearing research in the Simulated Open Field Environment, 2) free-field acoustical measurements, e.g. of electro-acoustical transducers, 3) free-field acoustical measurements in and around vehicles. In this talk I will introduce the concept of the new anechoic research facility, present design criteria and discuss challenges during the construction phase.

The anechoic chamber will host the real-time Simulated Open Field Environment (rtSOFE), a laboratory setup with 61 loudspeakers to create a spatial sound field in a 5m x 5m area, complemented by 360° of visual 3D projection. Room-acoustic simulation software for interactive simulation of room reflections has been developed based on the extended mirror image method. The software computes new room impulse responses in sub-millisecond intervals and updates a convolution system capable of convolving seconds-long impulse responses with very short latency. While its implementation details will be discussed in an accompanying talk, I will present the general concept and capabilities of the new rtSOFE. The rtSOFE in the new anechoic chamber forms a cutting edge research facility for interactive psychoacoustic and audio-visual research in virtual acoustic space.

Di. 14:40 OS40-201

Realzeit-Simulation

Software Design for Interactive Room Acoustic Simulation

Samuel Clapp und Bernhard Seeber

TU München, Audio-Signalverarbeitung

Advances in modern computing have made possible the realization of dynamic acoustic scenes, where a user can manipulate source and receiver positions in a virtual space and hear the resulting changes. In order for such a system to serve as a valid tool for psychoacoustic research, it must simulate the acoustic scene with high accuracy, and react to user input with as little latency as possible. These challenges have been addressed in the room simulation and convolution software developed for the Simulated Open Field Environment (SOFE) at AIP. The room simulation software employs novel memory allocation and multi-thread scheduling techniques to simulate and render 10.000 image sources in 0,3 milliseconds using a standard desktop PC. The real-time convolution software employs a combination of direct-form filtering to enable low input-output latency, and FFT- based filtering for greater computational efficiency. Impulse responses are updated with low latency, employing cross-fading to avoid clicks in the audio signal. This software can convolve 48 channels simultaneously with impulse responses longer than 2 seconds, also on a desktop PC. These components are modular, and controlled using standard networking protocols, allowing them to be run on dedicated machines. This work was supported by BMBF 01 GQ 1004B.

Di. 15:00 OS40-201

Realzeit-Simulation

Efficient room acoustics simulation with RAZRTorben Wendt^a, Steven van de Par^b und Stephan D. Ewert^b^a*CvO Universität Oldenburg, AG Akustik; ^bCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'*

Virtual reality technology is now reaching a level that enables a broad usage in consumer products. In addition to visual rendering techniques, such applications require computationally efficient, real-time synthesis of virtual acoustical environments. One way to meet this requirement is a real-time system which can make drastic simplifications with respect to physical accuracy while still accomplishing perceptual plausibility.

The fast and perceptually plausible room acoustics simulator RAZR [Wendt et al., J. Audio Eng. Soc., 62, 11 (2014)] synthesizes binaural room impulse responses (BRIRs) for single and coupled shoebox rooms with high computational efficiency. The algorithm is suitable for headphone and multi-speaker array rendering. RAZR is based on the combination of image sources for early reflections and a binaurally extended feedback delay network (FDN) for the reverberation. As shown earlier, RAZR is capable to create natural sounding auralizations via headphone rendering, and to reproduce various common room acoustical parameters with good accuracy.

For this contribution, the real-time capabilities were analyzed and compared against classical and hybrid methods. Given that real acoustic scenarios typically contain many sound sources, the performance is also analyzed for a high number of sources. Especially here, considerable efficiency gains can be achieved.

Di. 15:20 OS40-201

Realzeit-Simulation

A System for Binaural Reproduction of Self-Generated Sound in VAEs

Johannes M. Arend, Philipp Stade und Christoph Pörschmann

Technische Hochschule Köln

The aim of virtual acoustics is to immerse the user in a virtual acoustic environment (VAE). Usually, the user is only a passive listener in a pre-defined scene and, depending on the quality of the system, has the possibility to move within this scene or to change its acoustic properties. However, most of these systems cannot feed self-generated sound back to the virtual room. Thus, if at all possible, acoustical interaction between the user and the virtual room is very limited. In this paper, we present a VAE system that is able to capture and reproduce self-generated sound in real time. Hence, the VAE is complemented with a reactive component providing the acoustic response to the actions of the user. The major difference compared to the few reactive VAEs introduced so far is that the system presented here considers the varying directivity of the user or the sound source. The system can be used for psychoacoustic experiments investigating the influence of self-generated sound on human perceptual processes (in a VAE) or, for example, as a virtual practice room for musicians.

Di. 16:40 OS40-201

Realzeit-Simulation

Synthesis of room impulse responses based on simulated energy decay curves

Lukas Aspöck und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

For auralizations, it is required to synthesize a room impulse response (RIR) corresponding to the room acoustics simulation results. In geometrical acoustics, the early part of the RIR is typically calculated by an image source model, while the late part is usually based on a predicted energy decay curve. In this work, different configurations and methods for the synthesis of the later part of a RIR are investigated. This includes the variation of the reflection model, e.g. its statistical distribution, and the temporal resolution of energy decay curve. The resulting impulse responses are generated with the goal to maintain the values of simulated room acoustic parameters and at the same time provide RIRs which are perceptually indistinguishable from corresponding measured RIRs if applied in auralization experiments. This is the groundwork towards a perceptual evaluation of simulated RIRs answering questions regarding the authenticity and plausibility of room acoustics simulations.

Di. 17:00 OS40-201

Realzeit-Simulation

Evaluation of Interactive Localization in Virtual Acoustic Scenes

Daniel Rudrich, Matthias Frank und Franz Zotter

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

Technologies for virtual sound field reproduction and motion tracking enable accessing virtual acoustic scenes with increased sensation of being there. In such a virtual acoustical environment, natural boundaries such as areas of restricted access can be crossed by any user, so, e.g., one can stand behind the drummer during a concert. Apart from the typical requirement of high audio quality, localization is an important feature. The interactive experience only feels convincing to listeners if the localization stays consistent during the time they explore the virtual scenery. In this paper, this consistency is understood as interactive quality. We break its quality aspect down into two quality features: How accurately is a user able to detect his/her position in the virtual scene (self localization)? How well is a user able to determine the location of sound objects in the virtual scene (object localization)? We propose a set of interactive listening tests for evaluation purposes of virtual sound field algorithms in respect of accuracy and speed of both self and object localization. The results allows to compare virtual sound scenes based on either simulations or distributed-microphone recordings.

Di. 17:20 OS40-201

Realzeit-Simulation

Binaural walk-through scenarios with actual self-walking using an HTC ViveAnnika Neidhardt^a und Niklas Knoop^b^a TU Ilmenau, Institut für Medientechnik; ^b TU Ilmenau

In the field of virtual reality, interactive exploration has become a common requirement. Nowadays, inexpensive tracking devices allow precise tracking of orientation and position even at home. Hence, the scene can be controlled and explored by actual self-motion. Visual information can be reproduced with a head mounted display and the accompanying sound is usually provided via headphones. To create a convincing experience, a dynamic spatial sound reproduction is of interest.

In the study presented in this paper, an HTC Vive system is used to realize position-dynamic binaural synthesis. The listeners themselves could walk through a virtual acoustic environment.

A listening experiment was conducted to evaluate the perception of these walk-throughs considering different virtual acoustic scenes. Simulated scenes as well as scenes created from measurements were taken into account. To focus on auditory perception, no visual information of the source positions or the virtual room were provided. Only some basic visual cues, that are necessary for an orientation within the setup, were available. With the results, some factors for limited plausibility are revealed. Furthermore, the need of appropriate methods to evaluate the

perception of self-translation within virtual acoustic environments is discussed.

Di. 17:40 OS40-201

Realzeit-Simulation

Interactive reproduction of virtual acoustic environments for the evaluation of hearing devices - methods and validation

Giso Grimm und Volker Hohmann

CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Virtual acoustic environments are increasingly used for evaluating hearing devices in complex acoustic conditions. In this talk we propose an interactive simulation method via multi-channel loudspeaker systems or headphones. The method focuses on the time-domain simulation of the direct path and a geometric image source model, which simulates air absorption and in case of motion the Doppler effect of all primary and image sources. To establish the feasibility of this approach, the interaction between reproduction method and technical and perceptual hearing aid performance measures was investigated using computer simulations. Three spatial audio reproduction methods were compared in regular circular loudspeaker arrays with 4 to 72 channels. The influence of reproduction method and array size on performance measures of multi-microphone hearing aid algorithms was analyzed. In addition to the analysis of reproduction methods, algorithm performance was tested in a number of different virtual acoustic environments in order to assess the underlying factors of decreased hearing aid performance in complex environments. The results confirm previous findings that spatial complexity has a major impact on hearing aid benefit, and demonstrate the potential of virtual acoustic environments for hearing aid evaluation.

Funded by DFG FOR1732 "Individualized hearing acoustics".

Fachvorträge und Poster am Mittwoch, den 08.03.2017**Sitzung „Fahrzeugakustik III“**

Mi. 8:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik III

Vergleich verschiedener Methoden zur Schallleistungsbestimmung von MaschinenkomponentenPhilipp Hall^a, Gert Herold^b, Thomas Geyer^a und Ennes Sarradj^b^a*BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Technische Akustik; ^b TU Berlin, Fachgebiet Technische Akustik*

In Kraftfahrzeugen stellt der Verbrennungsmotor vor allem bei langsamer Fahrt im Stadtverkehr eine wesentliche Schallquelle dar. Um wirkungsvolle Lärminderungsmaßnahmen ergreifen zu können, ist es notwendig, die Stärke dieser Schallquelle zu ermitteln. Die charakteristische Größe der Schallentstehung und -abstrahlung einer Maschine ist die Schallleistung. Diese kann jedoch nicht direkt gemessen werden, sondern muss über geeignete indirekte Messverfahren bestimmt werden. Eine Möglichkeit ist die Messung des Schalldrucks auf einer die Maschine umgebenden Hüllfläche und die anschließende Berechnung der Schallleistung. Eine zweite Möglichkeit ist die Messung der Schallintensität, aus welcher sich ebenfalls die Schallleistung berechnen lässt. Ein weiteres Verfahren besteht in der Verwendung eines Mikrofonarrays, welches das Messobjekt umschließt. Mit diesem ist es möglich, neben der Schallleistung der kompletten Maschine auch die Schallleistung einzelner Maschinenkomponenten aus nur einer Messung zu ermitteln.

Im Rahmen einer an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus - Senftenberg durchgeführten Untersuchung wurden diese Verfahren zur Schallleistungsbestimmung exemplarisch an einer benzinbetriebenen Wasserpumpe getestet. Unter Anwendung der zugrundeliegenden Normen wurden dazu ein Schallpegelmesser und eine Schallintensitätssonde verwendet. Zusätzlich ist ein dreidimensionales Mikrofonarray konzipiert und aufgebaut worden. Abschließend erfolgte ein Vergleich der verschiedenen Messverfahren hinsichtlich der Genauigkeit und des Informationsgehalts der Ergebnisse sowie hinsichtlich des zu betreibenden Messaufwands.

Mi. 9:00 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik III

Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben beim Sound Design von Außengeräuschen für ElektrofahrzeugeMarkus Bodden und Torsten Belschner
neosonic

Für Fahrzeuge mit Elektroantrieb wird die Erzeugung von Außengeräuschen gesetzlich vorgeschrieben. Die entsprechenden Gesetzesentwürfe weisen eine Reihe von einzuhaltenden Vorschriften auf, die im Prozess des Sound Designs berücksichtigt werden müssen und welche die gestalterische Freiheit des Sound Designs einschränken können.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Vorschriften der unterschiedlichen Staaten voneinander abweichen. Auf der anderen Seite eröffnet die Synthese von Geräuschen die Möglichkeit, einen wiedererkennbaren Brand Sound umzusetzen. Die nach außen abgestrahlten Geräusche sind aber teilweise auch innen hörbar, sollten zum Innengeräusch passen und die Geräuschqualität dort nicht negativ beeinflussen. Die Erzeugung entsprechend typischer und interessanter Geräusche erfordert den Einsatz komplexer Geräuscherzeugungsverfahren, deren Einklang mit den gesetzlichen Vorgaben überprüft werden muss. Ein solch iterativer Prozess ist mühsam, zeitaufwendig und ineffizient. Um den Zielkonflikt zwischen den gesetzlichen Vorgaben und dem Zielgeräusch zu minimieren muss eine Bewertung der Übereinstimmung des aktuell erzeugten Geräusches mit den gesetzlichen Vorgaben direkt in den Sound Design-Prozess integriert werden. Im neosonic Sound Design Tool werden hierzu die akustischen Übertragungsfunktionen des Geräuscherzeugungssystems und des Fahrzeugeinbaus berücksichtigt. Die Übereinstimmung mit den gesetzlichen Vorschriften wird direkt im Design-Prozess abgeschätzt und eine Optimierung der Geräusche unterstützt. Die Umsetzung für ein System zur Erzeugung von Außengeräuschen wird diskutiert und anhand einiger Beispiele vorgestellt.

Mi. 9:20 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik III

Anwendung der numerischen Akustik zur Sicherstellung gewünschter Bediengeräusche im automobilen Cockpit

Olgierd Zaleski^a, Otto von Estorff^b und Marian Markiewicz^a

^aNovicos GmbH; ^b TU Hamburg-Harburg

Bereits seit einigen Jahren ist es möglich, gezielte Aussagen über die akustischen Eigenschaften von Fahrzeugen und deren Komponenten zu machen. Dies gilt nun auch für Bedienelemente im Inneren eines modernen Fahrzeugs, wie Schalterleisten, Einzeltasten, zentrale Bedieneinheiten wie MMI oder iDrive, Bedienhebel und weitere. Hinter den Bemühungen um die gewünschten Bediengeräusche steht der Wunsch von Fahrzeugherstellern und ihren Kunden nach Bedienelementen, die nicht nur eine gute Interaktion zwischen Passagieren und Fahrzeug sichern sondern auch einen einheitlichen und wertigen Eindruck vom Fahrzeug vermitteln. Daher werden zunehmend häufig Zielgeräusche für Bediengeräusche von einzelnen Fahrzeugherstellern erarbeitet. Werden sie von unterschiedlichen Lieferanten eingehalten, deren Bedienelemente im gleichen Fahrzeug verbaut werden, kann das stimmige Bediengeräusch des ganzen Fahrzeugs erreicht werden. Hierbei sind teilweise unterschiedliche Zielgeräusche zu erzielen. Die Spanne geht von sportlich hochfrequent bis gediegen und eher tieffrequent. Im Beitrag wird anhand aktuellen Beispielen aus der Praxis skizziert, mit welchen Berechnungsmethoden die Haptik und das Akustikverhalten unterschiedlicher Bedienelemente im Fahrzeug untersucht werden kann. Des Weiteren werden Potenziale aufgezeigt, in wie weit die numerische Akustik zur

Verbesserung der Bediengeräusche bereits im frühen Konstruktionsstadium eingesetzt werden kann.

Mi. 10:00 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik III

Simulation musikangeregter Störgeräusche bei Fahrzeugtüren

Stratos Boutloukos^a, Marinus Luegmair^b und Christian Triebel^b

^aARRK Engineering; ^bP+Z Engineering GmbH

Störgeräusche wie Klappern und Knarzen (im englischen Buzz, Squeak and Rattle) sind ungewollte Geräusche, die vom Kunden automatisch mit schlechter Qualität verbunden werden. Aus diesem Grund und wegen der hohen Beseitigungskosten nach dem Beginn der Serienproduktion, ist es essentiell die Ursachen früh - idealerweise bereits in der virtuellen Entwicklung - zu erkennen und mit geeigneten Maßnahmen gegenzusteuern.

Da der Qualitätsanspruch der Kunden und die Leistungen der Audioanlagen stetig steigen, reicht es nicht mehr, nur die Fahrbahn- und Antriebserregten Störgeräusche zu betrachten, sondern auch jene die durch die Anregung der Audioanlage entstehen. Um dieser Anregungsart in der Simulation Rechnung zu tragen, muss der Lautsprecher entsprechend berücksichtigt werden. Hierzu wird eine FE-Modellierung vorgestellt und untersucht, welcher Umfang nötig ist, um die realen Effekte mit der nötigen Genauigkeit abilden zu können.

Der Lautsprecher wird mithilfe der Thiele-Small-Parameter durch ein diskretes Feder-Dämpfer-Masse-System abgebildet. Sowohl die mechanische Strukturanregung (Körperschallpfad) auch der Einfluss des Luftvolumens der Türstruktur (Luftschallpfad) werden untersucht und in einer Handlungsempfehlung zur Berechnung und Bewertung von Störgeräuschen bei Fahrzeugtüren zusammengefasst. Hierzu wird neben einem generischen weißen Rauschen natürlich auch mit konkreten Musikstücken gearbeitet. Abschließend zeigt der Abgleich mit dem Versuch die Qualität der Methode.

Mi. 10:20 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik III

Gearbox noise radiation simulation

Arnaud Caillet^a, Yacine Gargouri^b, Mohamed Zied Mettichi^b und Kacem Ejied^b

^aESI GmbH; ^bESI Services Tunisie

With the emergence of electric powertrain, the radiation of noise due to the main engine has been highly reduced. New sources previously less present are becoming dominant (gearbox, HVAC systems, electric pumps...). The paper will focus here on the whine noise generated by gearboxes. This paper presents the results of overall manual gearbox case using coupled FEM-BEM method. The evaluation of the gears forces is done using a flexible body analysis simulation in order to obtain the detailed force spectra at the bearing of the gearbox housing and detect the critical frequencies for each RPM. The housing and rotated part of the

gearbox are modelled as deformable finite elements and the radiation will be computed using the BEM method in order to predict the detailed noise radiated field. The simulation results for a run-up simulation will be presented.

Mi. 10:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik III

Beschreibung der akustischen Eigenschaften elektrischer Nebenaggregate

Martin Burkhardt, Welf-Guntram Drossel und Marco Gnauck

Fraunhofer IWU

Mit der steigenden Anzahl elektrischer Hilfs- oder Fahrantriebe in Kraftfahrzeugen sowie häufig wechselnden Fahrzuständen, wie Start & Stop oder Rekuperation, treten viele, bisher weitestgehend überdeckte Geräusche in den Vordergrund. Beispielsweise sind hierfür die Geräusche von elektrischen Nebenaggregaten zu nennen. Die Kundenerwartungen an die Geräuschcharakteristik des Fahrzeugs reichen dabei von völiger Geräuschlosigkeit über ein Wertigkeitsempfinden von Funktionsgeräuschen einzelner Komponenten bis hin zu markentypischem Geräuschcharakter. Im Rahmen des vorliegenden Beitrags wird eine Methodik zur Beschreibung der akustischen Eigenschaften elektrischer Nebenaggregate vorgestellt. Beginnend mit der Schnittstellendefinition wird das Gesamtsystem in Teilsysteme unterteilt. Diese werden auf relevante Effekte abstrahiert und eine geeignete Form zur Beschreibung ausgewählter Teilsysteme vorgestellt. Dabei werden unter anderem die Einflüsse der Leistungselektronik in Form des Kommutierungsverfahrens, der Motortopologie und des Übertragungsverhaltens der angekoppelten Struktur auf das akustische Verhalten eines Nebenaggregates berücksichtigt. Die Ansätze zur rechnerischen Modellbildung werden durch experimentelle Untersuchungen validiert und ergänzt.

Mi. 11:00 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik III

Die Virtuelle Hochzeit - Ein Framework zur Simulation von Motorgeräuschen in der Fahrgastzelle

Dejan Arsic^a und Arnaud Bocquillet^b

^a Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH; ^b BMW Group

In der Fahrgastzelle ist insbesondere das Motorengeräusch wahrzunehmen. Je nach Lastzustand, Drehzahl und Fahrgeschwindigkeit ist dieses durchaus unterschiedlich wahrnehmbar. Motorengeräusche werden nicht nur an dedizierten Motorprüfständen sondern auch in verbautem Zustand beispielsweise auf der Rolle untersucht. So ist es möglich Transferpfade vom Motor zum Fahrerohr zu bestimmen. Mit der wachsenden Anzahl an möglichen Motorisierungen für jedes Fahrzeugmodell, gestaltet sich dies allerdings als äußerst aufwändig, da so nach jeder Modifikation an der Karosserie bzw. am Motor alle betroffenen Kombinationen erneut überprüft werden müssen. Daher ist ein alternativer Ansatz, mit dem bereits im Vorfeld eine Prognose abgegeben werden

kann, wünschenswert. Die Grundidee ist ein Fahrzeug mit einem Kunstmotor auszustatten. Vereinfacht dargestellt ist dieser ein großer Block in Form eines Motors mit Lautsprechern an möglichen Schallquellen. Nach dem Einbau werden Übertragungsfunktionen von den einzelnen Lautsprechern zu den gewünschten Mikrofonpositionen in der Fahrgastzelle mit Hilfe einer Transferpfadanalyse bestimmt. So lässt sich das akustische Verhalten der Karosserie genau untersuchen. Nach Bestimmung der Transferpfade können Messungen von Motorenprüfständen mit den berechneten Transferfunktionen beaufschlagt werden. Hierfür werden am Motorprüfstand Mikrofone nahe der im Kunstmotor angenommenen Positionen angebracht werden und die Übertragungsfunktionen von Kunstmotor im Motorprüfstand zu den vorgesehenen Mikrofonpositionen berechnet. Somit wird der Entwicklungsprozess deutlich beschleunigt.

Sitzung „Fahrzeugakustik IV“

Mi. 14:20 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik IV

Netzwerkorientierter leistungsbasierter Ansatz für Fahrzeugvi- broakustik

Rupert Ullmann^a, Stefan Sicklinger^a, Martin Buchschmid^b und Gerhard Müller^c

^aBMW Group; ^b TU München, Lehrstuhl für Baumechanik; ^c TU München
Zur vibroakustischen Beurteilung und Optimierung von Fahrzeugkonzepten in der frühen Phase der Gesamtfahrzeugentwicklung werden häufig Übertragungsfunktionen verwendet. Diese Übertragungsfunktionen sind in Primärvariablen (Kräfte oder Beschleunigungen) formuliert und werden zur Systembeschreibung und als Bewertungsmetrik herangezogen. Die auf Primärvariablen basierende Betrachtungsweise ist bei komplexen Problemstellungen jedoch nicht immer zielführend und die damit einhergehende Prognosegüte kann daher nicht ausreichend sein. Bei leistungsisierten Ansätzen kann die Prognosegüte in der frühen Phase der Gesamtfahrzeugentwicklung verbessert und der Lösungsraum für Optimierungen erweitert werden. Dabei werden Ideen aus der elektrischen Netzwerktheorie auf mechanische Systeme, die im Frequenzraum betrachtet werden, übertragen.

Die aus einer Leistungsbetrachtung resultierenden Vorteile für das Systemverständnis werden an fahrzeurelevanten Beispielen aufgezeigt. Die leistungsisierte Analyse des akustischen Netzwerks erfolgt dabei auf Basis von linearen FE-Modellen. Ein entsprechender Postprocessing-Schritt wird vorgestellt, um Leistung in definierten Schnitten im Kontinuum zu berechnen.

Mi. 14:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik IV

Synthesizer zur Nachbildung des Klangs rotierender MaschinenFelix Gärner^a, Robert Henneberger^a und Stefan Schubert^b^a Hochschule München; ^b BMW AG

Zur Vorentwicklung für Drehmaschinen in Fahrzeugen wurde ein Software-Synthesizer in Matlab entwickelt, der das Nachbilden von den Geräuschen solcher Maschinen aufgrund von wichtigen Kenngrößen, insbesondere Motorordnungen, Eigenfrequenzen, Umrichtern bei elektrischen Drehmaschinen, Rauschgeräuschen und Frequenzmodulation der erzeugten Signale für Körper- und Luftschall erlaubt. Somit wird es ermöglicht akustische Phänomene zu veranschaulichen, bevor überhaupt ein physikalisches Modell des zu entwickelnden Motors besteht, und die klangliche Gestaltung besser von Anfang an in die Entwicklung mit einfließen zu lassen.

Des Weiteren wurde eine graphische Benutzeroberfläche erstellt, die das Bedienen des Synthesizers erleichtert und das Exportieren von Ton- und Bilddateien erlaubt. Getestet wurde der Synthesizer durch das Nachbilden von realen Luft- und Körperschallmessungen von Maschinen und dem Vergleich der daraus resultierenden Signale.

Vorgestellt werden Umfang und Möglichkeiten des Synthesizers, Details zur Implementierung, sowie Beispiele zur Kangerzeugung.

Mi. 15:00 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik IV

Numerische und experimentelle Schwingungsanalyse eines Radnabenmotors zur Entwicklung akustischer Maßnahmen

Fabian Duvigneau und Ulrich Gabbert

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mechanik (IFME)

Das innovative Konzept eines Radnabenmotors ist eine attraktive Möglichkeit, im Rahmen der Elektrifizierung von Kraftfahrzeugen eine verbesserte Fahrdynamik in Kombination mit einer hohen Leistungsdichte zu erreichen. Für Passagiere und Passanten stellen Radnabenmotoren als typische Elektromaschinen mit der zugehörigen charakteristischen hochfrequenten Geräuschemission allerdings eine ungewohnte Geräuschquelle dar. Aus diesem Grund werden die entstehenden akustischen Emissionen besonders deutlich wahrgenommen. Im vorliegenden Beitrag wird ein moderner Radnabenmotor numerisch und experimentell untersucht, um aus den gewonnenen Erkenntnissen verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung des akustischen Verhaltens des Radnabenmotors abzuleiten und diese zu bewerten. Zunächst liegt der Fokus der Untersuchungen auf der detaillierten Analyse der Schwingungen der Festkörperstruktur, die aufgrund der Mechanismen der Transmission und Emission die wesentliche Ursache für die resultierende Schallabstrahlung des Radnabenmotors darstellen. Es werden verschiedene passive Maßnahmen zur Schwingungsunterdrückung, beispielsweise auf Basis von diversen Schaumsystemen oder granularen Medien,

hinsichtlich ihrer Effizienz und der erforderlichen Zusatzmasse verglichen. Die experimentellen Untersuchungen werden mit Hilfe eines Laservibrometers durchgeführt. Für die numerischen Analysen kommt die Finite Elemente Methode zum Einsatz. Zu Beginn wird das entwickelte Simulationsmodell des Radnabenmotors unter Zuhilfenahme einer zuvor durchgeführten Referenzmessung des Schwingungsverhaltens validiert.

Mi. 15:20 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik IV

Untersuchungen zur Schallpegelreduktion mehrschichtiger LWRT-Motorkapselsysteme

Klaus Pfaffelhuber und C. Riewe

Röchling Automotive SE & Co. KG

Aufgrund der verschärften Anforderungen an das Co2-Emissionsverhalten von Kraftfahrzeugen finden thermoakustische Motorkapselsysteme für Motor und Getriebe vermehrt ihren Einsatz. Derartige Systeme verzögern das Auskühlen der Antriebsaggregate und verkürzen die Kaltstartphase. Somit vermindern sich Reibungsverluste was wiederum den Kraftstoffverbrauch und somit die Co2-Emissionen senkt. LWRT-Leichtbaulösungen sind für diesen Einsatz besonders geeignet, da sie bekanntlich hohen Wärmewiderstand mit hoher Bauteilsteifigkeit verbinden (LWRT= Low Weight Reinforced Thermoplastics). Diese Bauteilsteifigkeit ermöglicht selbsttragende Bauteile ohne separate und gewichtsintensive tragende Strukturen. Da LWRT-Materialien aufgrund der Porosität auch eine hervorragende Schallabsorptionsvermögen besitzen, bieten diese auch ein erhebliches akustisches Potential. Am Beispiel einer Motorölwanne wurden verschiedene LWRT Materialkombinationen bei verschiedenen Abdeckpositionen auf ihre akustische Wirksamkeit untersucht.

Mi. 15:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik IV

Untersuchung der schalldämpfenden Wirkung einer, durch einen speziellen Einschäumprozess hergestellten, Motorkapselung

Sebastian Schneider^a, Norbert Deußen^b, Udo Hadick^c, Claus Polap^d, Tommy Luft^e und Hermann Rottengruber^e

^a Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg; ^b FGM Forschungsgesellschaft Methoden; ^c BASF Polyurethanes GmbH; ^d BMW Group; ^e Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl EMA

Die Forderung der Kunden nach einem geräuscharmen Fahrbetrieb und die seit Juli 2016 geltende strengere Gesetzgebung hinsichtlich der Fahrgeräuschgrenzwerte forcieren effektive und in Serie umsetzbare Maßnahmen zur Reduktion des Motorgeräusches. In dieser Hinsicht hat sich eine Vollkapselung des Verbrennungsmotors über einen breiten Frequenzbereich als akustisch wirksam erwiesen. Bei dieser passiven Maßnahme befindet sich in der Regel ein Luftspalt zwischen Motor und Kapselmaterial. Eine solche Kapselung führt jedoch zu einem deutlich größeren Volumen bzw. Gewicht. Um die Gewichtszunahme klein

zu halten, wird hier ein thermisch und akustisch besonders geeigneter PU-Schaum der Fa. BASF Polyurethanes angewendet. Eine möglichst geringe Volumenvergrößerung wird erreicht, indem in einer Applikation der Fa. FGM der Schaumkörper unmittelbar auf die einzelnen Motorbauteile aufgeschäumt wurde. Damit konnte eine Teilkapselung hergestellt werden. Der Fokus dieses Beitrages liegt auf der akustischen Vermessung und Bewertung des uneingeschäumten und eingeschäumten Verbrennungsmotors auf einem dynamischen Motorprüfstand, welcher als Halbfreifeldraum ausgeführt ist. Mithilfe eines Mikrofonarrays, bestehend aus 30 Mikrofonen, wurden vier zugängliche Motorseiten im akustischen Fernfeld untersucht, entsprechende Schallkartierungen angefertigt und damit Verbesserungspotentiale der Kapsel aufgezeigt. Als Berechnungsansatz kommt der Beamformingalgorithmus im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 6400 Hz zum Einsatz, wobei tiefere sowie höhere Frequenzen aus den Zeitrohdaten einzelner Mikrofone ermittelt werden können.

Mi. 16:40 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik IV

Elektromobilität: Angepasste Geschwindigkeits-Pegel-Skalierung erhöht die Sicherheit

Lisa Steinbach^a, M. Ercan Altinsoy^b und Robert Rosenkranz^b

^a TU Dresden, Lehrstuhl Kommunikationsakustik; ^b TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik

Für die Situation "Anfahrendes Fahrzeug" gibt es bisher keine Anmerkung im Richtlinienentwurf der Arbeitsgruppe QRTV der UN ECE, sodass hier üblicherweise eine Geschwindigkeits-Pegel-Skalierung ab 0 km/h generiert wird. In einer typischen Situation mit sehr niedrigen Geschwindigkeiten (z.B. Parkplatz), in der die Distanz zu einem schwächeren Verkehrsteilnehmer sehr gering ist, ist eine rechtzeitige Erkennung nicht gegeben. In dieser Situation beschleunigt das Fahrzeug langsam und erreicht den Passanten nach nur wenigen Sekunden. Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung über die Auswirkung unterschiedlicher Geschwindigkeits-Pegel-Skalierung bei einem anfahrenden Elektrofahrzeug. Es wurde deutlich, dass bei einer vollständigen Geschwindigkeitsskalierung des anfahrenden Fahrzeugs ab 0 km/h der Pegel zu Zeitpunkt einer rechtzeitigen Erkennung (ca. 3s bevor das Fahrzeug den Fußgänger erreichen würde) knapp 10 dB unter dem Pegel des mit einer konstanten Geschwindigkeit von 10 km/h herannahenden Fahrzeugs liegt. Daher wurden Zusatzgeräusche generiert, bei denen die Geschwindigkeits-Pegel-Skalierung variiert wurde. Neben den Untersuchungen zur Detektion wurde auch die Lästigkeit der Geräusche untersucht.

Mi. 17:00 CAP2-Paulsen

Fahrzeugakustik IV

Gründung und Aufbau eines Fachausschusses für EisenbahnlärmHelmut VenghausACCON GmbH

Die stetig steigende Anzahl von Anfragen und Forderungen nach einer Reduktion der durch Eisenbahnen begründeten Schall- und Erschütterungsmissionen erzwingt von allen Seiten erhöhte Anstrengungen das Fachwissen zu erweitern, um in der Berufsausführung den Ansprüchen gerecht zu werden.

Im europäischen Raum haben sich in den letzten Jahren viele Konferenzen etabliert, auf denen ein reger Gedankenaustausch zum Eisenbahnlärm stattfindet, während auf DAGA-Tagungen im gleichen Zeitraum die Anzahl der Vorträge zum Eisenbahnlärm stetig abnahm und wegen fehlender Koordination häufig sehr zerfasert während der Dauer der DAGA abgehalten wurden.

Die DAGA Konferenz hat den Vorteil, dass nahezu alle akustischen Fakultäten zusammentreffen und somit jedem Teilnehmer die Möglichkeit eröffnet wird, neben seinem Fachgebiet auch in anderen Bereichen sein Wissen zu erweitern.

Diese Breitbandigkeit der DAGA sollte als Vorteil genutzt werden, um eine Arbeitsgruppe innerhalb der DEGA zu gründen, die sich mit den akustischen Problemen rund um das Thema Eisenbahn beschäftigt. Dazu möchte dieser Beitrag aufrufen.

Sitzung „Audiologische Akustik“

Mi. 9:00 CAP2-A

Audiologische Akustik

Spatial Perception and Speech Intelligibility in Aided ListenersJens Cubick^a, Jörg Buchholz^b, Virginia Best^c, Mathieu Lavandier^d und Torsten Dau^a

^a*Hearing Systems Group, Technical University of Denmark; ^bMacquarie University, NSW; ^cDepartment of Speech, Language and Hearing Sciences, Boston University; ^dUniv Lyon ENTPE, Laboratoire Génie Civil et Bâtiment*

Cubick and Dau (2016) showed that speech reception thresholds (SRTs) in noise, obtained with normal-hearing (NH) listeners, can be significantly higher with hearing aids (HAs) than in the corresponding unaided condition. Some of the listeners reported a change in their spatial perception of the sounds due to the HA processing, with auditory images often being broader and closer to the listener or even internalized. The current study investigated whether worse speech intelligibility with HAs might be caused by a "shrunken" acoustic scene and thus a reduced ability to spatially separate the target speech from the interferers. SRTs were measured in NH listeners with and without "ideal" HAs (broadband, linear, flat gain) in the presence of three interfering talkers or speech-shaped noises. The interferers were presented either at +/- 90 and 180 degrees

azimuth or were co-located with the target sentence at 0 degrees. Consistent with the previous study, SRTs were found to be increased by 2-2.5 dB with HAs when the interferers were spatially separated, but only by 0.5-1 dB when they were co-located. The 1.5 dB difference indicates that at least some of the disruption to speech intelligibility caused by HAs can potentially be attributed to degraded spatial separation.

Mi. 9:20 CAP2-A

Audiologische Akustik

On the relation between hearing impairment, psychoacoustic measurement outcomes and speech recognition tasks: How far do we get with the FADE model?

David Hülsmeier, Marc René Schädler, Mareike Buhl, Anna Warzybok und Birger Kollmeier

CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Psychoacoustic modeling and human and machine speech recognition research are still separate research fields, with different approaches and goals. As a unifying approach, the simulation framework for auditory discrimination experiments (FADE) was proposed, which was shown to successfully model the behavior of normal-hearing listeners in basic psychoacoustic experiments and speech recognition tasks based on automatic speech recognition (ASR) techniques. To better generalize, only basic assumptions about the signal representation (auditory signal processing) and the detection process (ASR back-end) are made. This approach is extended here towards hearing impairment by the inclusion of different effective auditory deficiencies such as the absolute hearing threshold, a supra-threshold distortion, and a reduced spectral resolution. The respective effect of these effective signal processing deficiencies on the outcome of typical measures is evaluated, i.e. on tone detection in quiet or in (notched-) noise, and on speech recognition tasks with different noise types. The simulated outcomes suggest that it is not possible to reliably characterize different auditory deficiencies using only one type of psychoacoustic task. FADE could possibly be used to infer a functional description of the impaired auditory system from a range of (psycho-)acoustic experiments and to individually predict outcomes of speech recognition tests.

Mi. 9:40 CAP2-A

Audiologische Akustik

Modeling Refractoriness In Phenomenological Models of Electrically-Stimulated Auditory Nerve Fibers

Marko Takanen, Jean-Noël Weller und Bernhard Seeber

TU München, Audio-Signalverarbeitung

Functionality of cochlear implants is based on electrical signals charging the capacitive cell membrane of the auditory nerve fiber to push the membrane voltage above the neuron's firing threshold. The neuron then spikes shortly after the threshold crossing and, therefore, there is always a stochastic delay, called latency, between the onset of the electrical pulse and the time of spiking. After spiking, the neuron exhibits

refractoriness and cannot be excited during the absolute refractory period, after which it gradually recovers to the resting state. In refractoriness, it is important to consider also the latency of the neuron to the preceding excitatory pulse. Unfortunately, neurophysiological measurements for refractoriness have ignored the latency to the supra-threshold conditioning pulse; resulting in excessively large estimates for the absolute refractory period. Consequently, several existing models, modeling both latency and refractoriness using time constants from such measurements, end up overestimating the absolute refractory period. Here, we present a solution that considers the estimated latency of the neuron when adjusting the duration of the absolute refractory period after each spike, allowing our model to reproduce both latency and refractoriness data from literature, and improving the model's accuracy in predicting responses to high-pulse-rate stimulation. Supported by BMBF 01GQ1004B.

Mi. 10:00 CAP2-A

Audiologische Akustik

Untersuchungen zum Einfluss raumakustischer Parameter auf die Hörwahrnehmung bei Cochlea-Implantat-Trägern

Bernhard Eurich^a, Thomas Klenzner^b und Michael Oehler^c

^a*Hochschule Düsseldorf*, ^b*Universitätsklinikum Düsseldorf*; ^c*Hochschule Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering*

Die Hörwahrnehmung von Cochlea-Implantat-Trägern wird durch diverse Einflussfaktoren erheblich erschwert (Capretta, Nittrouer & Moberly, 2015). Eine wesentliche Rolle spielen in diesem Zusammenhang häufig die raumakustischen Begebenheiten. Selbst bei Personen ohne Hörbeeinträchtigung sind raumakustische Faktoren für die Wahrnehmung der auditiven Szene (z.B. hinsichtlich Sprachverständlichkeit oder Hörsamkeit) von großer Bedeutung (Cook et al., 2013; Meyer 1995; Zahorik & Brandewie, 2016). Bei CI-Trägern sind komplexe Hörumgebungen meist mit besonders starken Einbußen verbunden (Igelhart, 2016; Loiselle et al., 2016; Zeitler et al., 2015; Roy et al., 2015). Ziel der Studie ist es, jene raumakustischen Kriterien und deren Ausprägung zu ermitteln, die auf die Hörsamkeit und Verständlichkeit bei CI-Trägern besonderen Einfluss nehmen. Hierzu wurden sowohl Sprachsignale aus dem Oldenburger Satztest (OLSA) als auch einfache musikalische Stimuli mit der Software Auratorium auralisiert. Dabei dienten normgemäße kleine bis mittelgroße Räume (DIN 18041:2016-03) für sprachliche Kommunikation bzw. Musikdarbietung als Grundlage. Die räumlichen Eigenschaften wurden hinsichtlich Primär- und Sekundärstrukturen bzw. Absorptionsverhalten der Oberflächen variiert. Die erstellten Stimuli werden 15 Probanden über den Audio-Eingang ihres Cochlea-Implantats präsentiert. Mittels eines adaptierten MUSHRA-Tests sollen Verständlichkeitsschwellen und Hörsamkeitsbewertungen ermittelt werden. Die gewonnenen Aussagen sollen helfen, die Einflüsse bestimmter raumakustischer Verhältnisse auf die Qualität des Hörerlebnisses bei CI-Trägern zu beurteilen und zu verbessern.

Mi. 10:40 CAP2-A

Audiologische Akustik

Messtechnischer Nachweis der mehrkanaligen Signalverarbeitung bei HörgerätenHendrik Husstedt und Anne Wiggers*Deutsches Hörgeräte Institut*

Die Signalverarbeitung in heutigen Hörsystemen geschieht in der Regel in verschiedenen Kanälen. Dabei wird im Bereich der Hörsysteme unter einem Kanal die Möglichkeit verstanden, dass mindestens die Verstärkung und die Kompression der Lautstärke in einem gewissen Frequenzbereich separat eingestellt werden kann. Für die Anpassung von Hörsystemen ist diese Eigenschaft von besonderer Bedeutung, sodass die Mehrkanaligkeit ein wichtiges Qualitätsmerkmal darstellt. Dies zeigt sich auch darin, dass in einigen Ländern eine gewisse Mindestanzahl an Kanälen bei Hörsystemen gefordert wird, z.B. vier Kanäle in Deutschland.

Obwohl die Mehrkanaligkeit eine wichtige Eigenschaft von Hörsystemen darstellt, existiert bislang weder eine standardisierte Definition noch steht ein einheitliches Verfahren für einen messtechnischen Nachweis zur Verfügung. Aus diesem Grund beschäftigt sich dieser Beitrag mit der Möglichkeit die Mehrkanaligkeit bei Hörsystemen messtechnisch nachzuweisen. Zu diesem Zweck werden zunächst Messergebnisse präsentiert, die die Auswirkungen der Mehrkanaligkeit anschaulich darstellen. Anhand dieser Ergebnisse wird diskutiert inwieweit sich voneinander abhängige und unabhängige Kanäle unterscheiden lassen. Schließlich wird gezeigt wie mit diesen Überlegungen die Anzahl der voneinander unabhängigen Kanäle messtechnisch nachgewiesen werden kann.

Mi. 11:00 CAP2-A

Audiologische Akustik

Development and Analysis of the Polish Speech Test Signal in View of the IEC 60118-15 StandardDorota Habasinska^a und Ewa Skrodzka^b^a*Hochschule für Musik Detmold;* ^b*Adam Mickiewicz University, Institute of Acoustics, Posen*

The introduction of the International Speech Test Signal (ISTS) in 2012 made a breakthrough in the practice of hearing aids performance assessment. However, due to the limitation of its linguistic content, ISTS might not be representative of any language but the six used to create it. That is why its worldwide application in the domain of hearing aids fitting might raise some reservations. For instance, Polish native speakers might benefit from ISTS-based hearing aid fitting procedure less, compared to the same procedure employing a signal representative of Polish speech. This assumption served as a motivation for the hereby presented studies. This paper presents the development procedure of the Polish Speech test Signal (PSTS). PSTS is a counterpart of ISTS, though based only on Polish speech recordings and it is in principle representative of Polish speech. Multiple comparison analysis between PSTS

and ISTS (including among others long-term average speech spectrum, percentile rank of short-term power levels, content of voiceless parts of speech) fall also within the scope of the paper.

Mi. 11:20 CAP2-A

Audiologische Akustik

The effect of dynamic range compression on spatial perception in a reverberant environment

Henrik Hassager, Alan Wiinberg und Torsten Dau

Hearing Systems Group, Technical University of Denmark

The present study investigated the effects of fast-acting hearing-aid compression on normal-hearing and hearing-impaired listeners' spatial perception in a reverberant environment. Three compression schemes - independent compression at each ear; linked compression between the two ears; and "spatially ideal" compression operating solely on the dry source signal - were considered using virtualized speech and noise bursts. Listeners indicated the location and distribution of their perceived sound images on the horizontal plane graphically on a touch screen. A linear amplification scheme was considered as the reference condition. The results showed that both independent and linked compression resulted in more diffuse and broader sound images as well as internalization and image splits, whereby more image splits were reported for the noise bursts than for speech. Only the spatial ideal compression provided the listeners with a spatial percept similar to that obtained with linear processing. The same general pattern was observed for both listener groups. An analysis of the interaural cross-correlation and direct-to-reverberant ratio suggested that the spatial distortions resulted from enlarged reverberant energy. Thus, modifications of the relation between the direct and the reverberant part of the sound should be avoided in amplification strategies that attempt to preserve the natural sound scene.

Mi. 11:40 CAP2-A

Audiologische Akustik

How should we model the supra-threshold distortion component of hearing impairment?

Marc René Schädler, David Hülsmeier, Anna Warzybok, Mareike Buhl und Birger Kollmeier

CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Hearing-impaired listeners can show very different speech recognition performance despite identical audiograms, which is usually not found in normal-hearing listeners. This remaining individual "distortion" component, which cannot be explained by the loss of sensitivity was hypothesized to be due to different auditory processing deficiencies, cognitive factors, or simply "age". This contribution explores the suitability of a level uncertainty to model the effect of individual supra-threshold signal processing deficiency. It is assumed to be independent of the signal level and the individual sensitivity loss, and supposed to affect tone-in-noise

detection thresholds. To test the hypothesis, speech recognition performance in quiet, stationary, and fluctuating noise, and tone-in-noise detection thresholds were measured of 20 listeners with audiograms from normal-hearing to severe hearing loss. The individual audiogram and/or the tone in noise detection thresholds are used to perform individualized predictions of the outcome of the matrix sentence test to assess their contribution in the different conditions. Using level uncertainty as the cause for distortion loss can increase the prediction accuracy of speech recognition thresholds (recently shown using the established framework for auditory discrimination experiments; FADE). Here, the questions of an appropriate implementation and a psychoacoustic measure to determine its degree are addressed.

Sitzung „Medizinische Akustik“

Mi. 14:20 CAP2-A

Medizinische Akustik

Adaptive mehrkanalige Geräuschkompensation für magnetoelektrische Sensoren

Jens Reermann, Christin Bald, Phillip Durdaut, André Piorra, Dirk Meyners, Eckhard Quandt, Michael Höft und Gerhard Schmidt

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Neuartige, auf dem magnetoelektrischen Effekt basierende Sensoren haben das Potential, biomagnetische Signale messen zu können. Da die Nutzung dieser Sensoren keine Kühlung erfordert, könnten sie eine preiswerte Alternative zu den bisher verwendeten SQUID-Sensoren darstellen. Allerdings koppeln aufgrund der Struktur der Sensoren auch akustische Störungen mit in den Sensor ein. Diese Störungen können über eine adaptive Geräuschkompensation mittels Referenzsensoren gemindert werden. Als Referenzsensoren eignen sich piezoelektrische Geräuschsensoren, die zwar die akustische Störung, jedoch nicht das magnetische Nutzsignal aufnehmen. Diese haben gegenüber Mikrofonen den Vorteil, dass sie sowohl Geräusche als auch Vibrationen aufnehmen können. In diesem Beitrag wird ein System zur mehrkanaligen Geräuschkompensation für magnetoelektrische Sensoren vorgestellt. Dabei werden verschiedene Ansätze zur Auswahl der Referenzsensoren entwickelt und miteinander verglichen. Durch das System soll eine einfachere Handhabung bei der Auswahl passender Referenzsensoren gewährleistet und eine Steigerung der Kompensationsleistung im Vergleich zur Verwendung eines einzelnen Referenzsensors erzielt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die beste Kompensation durch den Referenzsensor erzielt wird, dessen Resonanzfrequenz am nächsten an der Resonanzfrequenz des magnetoelektrischen Sensors liegt. Dadurch kann eine maximale Kompensation von über 20 dB erzielt werden. Der mehrkanalige Ansatz sucht für jede Frequenz den besten Referenzsensor aus, sodass eine solide Kompensation über der Frequenz aufrechterhalten wird.

Mi. 14:40 CAP2-A

Medizinische Akustik

Einfluss der Stimmlippenoberfläche und asymmetrischer Elastizitätsmodule auf die Phonation

Gregor Peters^a (DEGA-Studienpreisträger 2017), Alexander Lodermeier^a, Stefan Becker^a, Anne Kutz^b und Franziska Gröhn^b

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

^bUniv. Erlangen-Nürnberg, Professur f. Molekulare Nanostrukturen

Ein pathologisches Klangbild der menschlichen Stimme ist oft mit Unregelmäßigkeiten des Schwingungsverhaltens und einer Asymmetrie der Stimmlippen verbunden. In einem künstlichen, realistischen Modell des Sprechapparates wurde das Schwingungsverhalten asymmetrischer Silikonstimmlippen mit dem Standard symmetrischer, gesunder Stimmlippen verglichen. Dabei wurde die Asymmetrie mit Stimmlippen unterschiedlicher Elastizitätsmodule erreicht. Es folgte eine optische Charakterisierung des Schwingungsverhaltens mittels einer High-speedkamera, und es wurden sub- und supraglottale Drücke sowie der Schalldruckpegel aufgezeichnet. Es zeigte sich ein deutlich abweichendes Schwingungsverhalten der asymmetrischen Konfigurationen im Vergleich zu symmetrischen. Zudem wurden klare Tendenzen charakteristischer Schwingungsgrößen in Bezug zur Differenz der Elastizitätsmodule festgestellt. Mit der Geometrie eines 3D-gedruckten Vokaltraktes konnte ein Teil der sich ergebenden Irregularitäten im Schwingungsverhalten asymmetrischer Stimmlippen kompensiert werden.

Von nicht minderer Relevanz für ein gesundes Schwingungsverhalten der Stimmlippen ist der Mukus, der sich durch seine schmierenden und befeuchtenden Eigenschaften auszeichnet. Mukus-ähnliche, für die Silikonstimmlippen kompatible Substanzen, wurden unter anderem mit Polystyrolsulfonat-Lösungen verschiedener Konzentration und Butter gefunden. Deren Applikation resultierte in einer Absenkung der Grundschwingungsfrequenz sowie des notwendigen Volumenstroms an Werte, die auch *in vivo* zu finden sind.

Zusammenfassend ist der ausgleichende Charakter des auf MRI-Messungen beruhenden Vokaltrakts in Bezug auf asymmetrische Konfigurationen der Stimmlippen, als auch der Einfluss von Mukus auf den Stimmgebungsprozess hervorzuheben.

Mi. 15:00 CAP2-A

Medizinische Akustik

Beeinflusst Infraschallexposition die kognitiven Fähigkeiten? Eine fMRI-Studie

Christian Koch^a, Markus Weichenberger^b, Robert Kühler^c, Albrecht Ihlenfeld^a und Simone Kühn^d

^aPhysikalisch-Technische Bundesanstalt; ^bCharite Berlin; ^cInstitut für

Bioprozess- und Analysenmesstechnik e. V.; ^dMax-Planck-Institut für Bildungsforschung

Die Exposition mit Infraschall wird insbesondere in der Umgebung von Anlagen für die Gewinnung erneuerbarer Energie oft in den Zusammenhang zu schlechterem Befinden, Schlafstörungen, verminderten kognitiven Fähigkeiten bis hin zur Verursachung schwerer gesundheitlicher Beschwerden gebracht. Eine objektive Überprüfung dieser Zusammenhänge ist schwierig und zweifelsfrei, von allen Beteiligten anerkannte Resultate und Schlussfolgerungen gibt es bisher nur in geringem Maße. In einem durch die Europäische Union im Rahmen des European Metrology Research Programme (EMRP) geförderten Projekts wurde deshalb untersucht, in wieweit Infraschall die kognitive Leistungsfähigkeit beeinflusst. Dazu wurden 13 Testpersonen während der Lösung von Gedächtnisaufgaben beschallt und die dadurch entstehende bzw. sich verändernde Hirnaktivität mit Hilfe der funktionalen Magnetresonanztomographie (fMRT) gemessen. Weiterhin wurde mit Hilfe von Fragebögen der Einfluss auf die Persönlichkeitsstruktur bestimmt.

Es konnte dabei gezeigt werden, dass die Beschallung zwar deutliche Reaktionen im primären auditorischen Cortex erzeugt, sonst aber keine Änderungen zum Fall ohne Infraschalleinwirkung auslöst. Es konnte sogar ein, statistisch allerdings nicht signifikanter Trend zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit hin festgestellt werden. Auch die Bestimmung von wichtigen Persönlichkeitsmerkmalen wies keine Korrelation zur Beschallung auf.

Damit konnte in diesem, allerdings in künstlicher Umgebung mit künstlichen Stimuli durchgeföhrtem Experiment kein Hinweis auf negativen Einfluss von Infraschall auf kognitive Fähigkeiten nachgewiesen werden.

Mi. 15:20 CAP2-A

Medizinische Akustik

Konnektivitätsanalyse von auditorischen Aktivierungskarten aus funktioneller MR-Tomographie

Stefan Uppenkamp^a, Zachariais Njam Mokom^a und Oliver Behler^b

^aCvO Universität Oldenburg, Medizinische Physik; ^bCvO Universität Oldenburg

Funktionelle Magnetresonanztomographie stellt seit vielen Jahren ein wichtiges Werkzeug zur Erforschung der Hörfunktion des Menschen dar. Weit verbreitet ist dabei die Datenanalyse mit einem linearen Regressionsmodell, das in der Regel die unterschiedlichen Regionen der Hörbahn unabhängig voneinander untersucht. Mögliche Interaktionen der Stationen der aufsteigenden Hörbahn und der verschiedenen kortikalen Areale untereinander bleiben dabei oft weitgehend unberücksichtigt. Um Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Regionen zu untersuchen, werden in der Literatur verschiedene Verfahren der sogenannten Konnektivitätsanalyse vorgeschlagen. Im einfachsten Fall werden Zusammenhänge durch die Korrelation der gemessenen BOLD-Antworten aus verschiedenen Arealen aufgedeckt. Einen Modellansatz zur Erschließung kausaler Abhängigkeiten stellen Multi-Regressionsmodelle wie z.B. Strukturgleichungsmodelle dar. In diesem Beitrag wurden diese

verschiedenen Ansätze der Konnektivitätsanalyse verwendet, um das Zusammenspiel der Aktivierung von Stationen der aufsteigenden Hörbahn und verschiedenen Abschnitten des auditorischen Kortex bei unilateraler Stimulation mit schmalbandigem Rauschen und bei unterschiedlichen Pegeln zu untersuchen. Die Ergebnisse bestätigen, konsistent über verschiedene Reizpegel hinweg, die gemäß der Anatomie der Hörbahn erwarteten Zusammenhänge zwischen kortikalen und subkortikalen Strukturen. Sie belegen auch eine hohe Spezialisierung verschiedener Areale des auditorischen Kortex für unterschiedliche Stimulusmerkmale. So findet sich im lateralen Abschnitt des ersten transversalen Gyrus im Schläfenlappen (Heschl-Gyrus) im Gegensatz zum primären auditorischen Kortex nur ein geringer Effekt des Pegels.

Sitzung „Ultraschall“

Mi. 9:20 CAP2-B

Ultraschall

Transiente Green'scher Funktionen bei ringförmiger Anregung zur verbesserten Modellierung für die Entwicklung neuer Ultraschallmessverfahren

Mario Wolf^a und Elfgard Kühnicke^b

^a TU Dresden, Institut für Festkörperelektronik; ^b TU Dresden

Aktuelle Forschungen auf dem Gebiet der Ultraschallmesstechnik beschäftigen sich u.a. mit der gleichzeitigen Messung von Schichtdicke und Schallgeschwindigkeit in mehrschichtigen Festkörpern oder der ortsaufgelösten Messung der Schallgeschwindigkeit in Fluiden. Beide Verfahren basieren darauf, die Welleneigenschaften auszunutzen und aus der räumlich-zeitlichen Verteilung des reflektierten Schalls zusätzliche Informationen zu gewinnen, die weit über herkömmlichen Impuls-Echo-Messungen hinausgehen. Daher ist die Modellierung der Schallausbreitung ein entscheidendes Werkzeug zur Ableitung von Auswertekriterien, zur Qualifikation der Messergebnisse und zur Anpassung gewählter Modelle. Mit zunehmendem Entwicklungsstand der Verfahren wurde die Berechnung transienter Signale notwendig. Da überwiegend mit Annular-Array gearbeitet wird, liegen meist radialsymmetrische Probleme vor, sodass eine 2D-Berechnung den Rechenaufwand erheblich reduziert und somit eine breitere Variation der Parameter zulässt. Bisher erfolgte die Modellierung auf Basis genauerer, harmonischer Green'scher Funktionen von Punktquellen, die die physikalischen Randbedingungen berücksichtigen und über Integraltransformationsmethoden abgeleitet werden. Auch die Lösung im transformierten Gebiet für ringförmige Anregung ist in zahlreichen Standardwerken zu finden, jedoch scheitern die Rücktransformationsverfahren. In diesem Beitrag wird erstmals die Impulsantwort einer Ringquelle berechnet, deren Gültigkeit anhand Vergleichsrechnungen mit der des Kolbenschwingers nachgewiesen sowie Abschätzungen zur notwendigen Ringdichte, Genauigkeit und Rechenzeit durchgeführt. Mit dem Algorithmus erfolgt die Modellierung zu den oben genannten Messverfahren.

Mi. 9:40 CAP2-B

Ultraschall

Ultraschallmikroskop zur zerstörungsfreien Untersuchung an gekrümmten BauteilenMichael Wüst, Johannes Eisenhart, Annika Rief und Stefan J. RupitschUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik

Die Ultraschallmikroskopie ist ein etabliertes Messprinzip der bildgebenden zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Sie findet dort Anwendung, wo das Auftreten von Materialinhomogenitäten (z.B. Risse und Delaminationen) zu Einschränkungen der Funktionalität des zu prüfenden Bauteils führen kann. Konventionelle Ultraschallmikroskope arbeiten mit einem hochfrequenten Einzelwandler-Prüfkopf, der meanderförmig mittels zweier Linearachsen entlang der Oberfläche des Prüflings verfahren wird. An gekrümmten Bauteilen können dabei lediglich an den Positionen reflektierte Echos empfangen werden, an denen die Schallkeule nahezu orthogonal auf die Oberfläche des Prüflings trifft. Ist dies nicht der Fall, laufen die reflektierten Echos aufgrund der Brechungen an Materialgrenzschichten nicht zum Prüfkopf zurück. Es kommt folglich zu Abschattungen im Bild. Daher ist es erforderlich, den Prüfling entsprechend so nachzuführen, dass der auftreffende Schall möglichst orthogonal einfällt. Zur präzisen Winkelnachführung wird dem konventionellen Aufbau ein Hexapod-Robotersystem hinzugefügt. Dieses bietet den Vorteil außerordentlich hoher Positioniergenauigkeiten, weist aber einen für seine Abmessungen vergleichsweise kleinen möglichen Bewegungsraum auf, weswegen die beiden Linearachsen in der Lateralebene weiterhin erforderlich sind. Um die Kontur des Prüflings zu ermitteln, wird vorab eine Kalibrierung des gesamten Verfahrens durchgeführt. Dadurch sind die Messpositionen und die dafür erforderlichen Stellwinkel bekannt. In diesem Beitrag werden das Kalibrierverfahren sowie Aufbau und Funktion des Messsystems vorgestellt.

Mi. 10:00 CAP2-B

Ultraschall

Neuer Ansatz zur zerstörungsfreien Bestimmung von Materialeigenschaften mit UltraschallSebastian KümmritzTU Dresden, Institut für Festkörperelektronik

Mit Hilfe der Schallgeschwindigkeiten für Longitudinal- und Transversalwelle sowie der Dichte lassen sich die Materialkonstanten von homogenen, isotropen Werkstoffen mittels Ultraschall zerstörungsfrei ermitteln. Konventionell werden zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeiten die Laufzeiten der beiden Wellentypen von der Oberfläche bis zur Rückwand innerhalb der Probe mit Ultraschall sowie die Dicke der Probe mit Hilfe eines anderen Verfahrens gemessen. Die Genauigkeit der ermittelten Schallgeschwindigkeiten hängt dabei in erster Linie von der Genauigkeit der Dickenmessung ab. Zudem muss die Probe einschichtig, planparallel und allseitig zugänglich sein.

In diesem Beitrag wird ein Verfahren zur simultanen Bestimmung von Schichtdicken und Schallgeschwindigkeiten geschichteter Strukturen vorgestellt, eine zusätzliche Dickenbestimmung entfällt. Hierfür wird ein Annular-Array verwendet, mit dessen Hilfe der Fokus entlang der akustischen Achse verschoben wird. Die Auswertung der Amplitude des fokussierten Signals in Abhängigkeit von der eingestellten Fokussierung liefert neben der Laufzeit in der jeweiligen Schicht die notwendige Information um Schichtdicke und Longitudinalwellengeschwindigkeit simultan zu bestimmen. Die Transversalwellengeschwindigkeit kann anschließend mit Hilfe der Schichtdicke separat bestimmt werden. Mit diesem Verfahren lassen sich Materialien charakterisieren, die nur einseitig zugänglich und zudem von anderen Schichten verdeckt sind.

Mi. 10:20 CAP2-B

Ultraschall

Inverser Ansatz zur akustischen Charakterisierung plattenförmiger Materialproben

Sarah Johannesmann, Leander Claes und Bernd Henning

Universität Paderborn

Zur zerstörungsfreien Materialdatenbestimmung kann auf ultraschallbasierte Verfahren zurückgegriffen werden. In diesem Beitrag soll ein Verfahren zur akustischen Charakterisierung der Materialeigenschaften auf Basis der dispersiven Schallausbreitung in plattenförmigen Proben vorgestellt werden. Mit Hilfe von örtlich und zeitlich aufgelösten Messdaten, die an einem plattenförmigen Messmedium nach einer Laser-Anregung aufgenommen werden, kann eine Aussage über die im Medium ausbreitungsfähigen Moden (Lamb-Wellen) getroffen werden. Das Messmedium wird mit Hilfe eines semianalytischen Finite-Elemente-Ansatzes als Plattenwellenleiter modelliert. Eine Auswertung des Modells liefert ein Dispersionsdiagramm. Mit Hilfe einer auf Basis der Messdaten selbstgewichtenden Kostenfunktion werden Messergebnisse und das Resultat der Simulation miteinander verglichen. Die Kostenfunktion ist dabei minimal, wenn Messung und Simulation das gleiche Ergebnis liefern. Im inversen Verfahren passt ein Optimierungsalgorithmus die im Modell hinterlegten Materialparameter iterativ an, um im Idealfall das globale Minimum der Kostenfunktion zu finden. Die im Simulationsmodell hinterlegten Materialmodelle können dabei unterschiedlich komplex gewählt werden. So ermöglicht das Verfahren auch die Charakterisierung von orthotropen Materialien, wie zum Beispiel von faserverstärkten Kunststoffen.

Mi. 11:00 CAP2-B

Ultraschall

Hydrophonmessungen in der Ultraschallexposimetrie: Unsicherheitsbestimmung für Wellenformparameter bei regularisierter Impulsentfaltung

Sascha Eichstädt und Volker Wilkens

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Zur Charakterisierung und Deklaration der Schallfelder von medizinischen Ultraschallgeräten für Diagnose und Therapie werden Hydrophonmessungen in Wasser durchgeführt. Die Norm IEC 62127-1 beschreibt solche Messungen und sieht außer bei Bedingungen, die die Verwendung der Schmalbandnäherung erlauben, eine Impulsentfaltung vor, um den Einfluss des Hydrophonfrequenzgangs auf das Messergebnis zu kompensieren. Durch die zunehmende Verfügbarkeit von komplexwertigen Hydrophonkalibrierdaten (Betrag und Phase) wird die Impulsentfaltung in der Praxis häufiger eingesetzt. Um das im mathematischen Sinne schlecht konditionierte inverse Problem der Entfaltung zu lösen, ist im Allgemeinen eine Regularisierung notwendig, z. B. durch Tiefpassfilterung. Dadurch können Probleme durch Spektralbereiche geringer Hydrophonempfindlichkeit und der Einfluss hochfrequenten Rauschens vermindert sowie Gibbssche Schwingungen vermieden werden. Auf der anderen Seite ergibt sich daraus eine Reihe von praktischen Fragestellungen, z. B. bezüglich der Wahl des Regularisierungsfilters und dessen Einfluss auf die Messergebnisse. Im Vortrag wird darauf eingegangen, welchen Einfluss die Regularisierung auf die Unsicherheiten der Wellenformparameter wie positiver und negativer Spitzenschalldruck und Integral des quadrierten Schalldrucks hat. Es wird ein universelles aber einfaches systematisches Verfahren vorgestellt, mit dem der Unsicherheitsbeitrag der Regularisierung bestimmt werden kann. Beispielhaft wird das Verfahren auf typische gemessenen medizinische Ultraschallwellenformen und dabei benutzte Filterfunktionen angewandt. Schließlich wird auch die Möglichkeit der unsicherheitsoptimierten Regularisierung diskutiert.

Mi. 11:20 CAP2-B

Ultraschall

On the Experimental Validation of Parametric Transmission Systems

Karsten Wiedmann und Tobias Weber

Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

This work focuses on the experimental investigation of the nonlinear wave propagation in air. Therefore, a high-intensity ultrasonic wave is radiated. The radiated wave plus its intermodulation products due to the air nonlinearity are captured with emphasis on the measurement of the directivity of the intermodulation products. A key problem in the realization of corresponding experiments arises from the high transmit power, which is required to generate sufficient intermodulation products in the air. First, nonlinear distortions originating from the non-ideal hardware

may be of the same order as the nonlinearly generated air components. Secondly, nonlinear generation occurs at all places where the intensity is high. This yields a widespread active source region, disabling farfield measurements in conventional measurement chambers. This paper discusses methods for the experimental validation of parametric transmission systems. This includes the assessment of the observed nonlinear effects regarding their origin. Acoustical lowpass filters can be applied for this purpose. Further, methods for estimating the extent of the active source region will be illuminated. Here, the sound pressure in the transducer's acoustical axis yields valuable insights. The discussions within the paper are supported by measurement results. Finally, guidelines on the realization and improvement of parametric transmission systems are deduced.

Mi. 11:40 CAP2-B

Ultraschall

Einsatz von Beamforming-Algorithmen im Ultraschallbereich zur Lokalisation des Blasenzerfalls

Andreas Look, Daniel Schröder, Oliver Kirschner und Stefan Riedelbauch

IHS/Universität Stuttgart

Dampfblasen können im Fluid durch lokales Absinken des statischen Drucks unterhalb des Verdampfungsdrucks entstehen. Kommen Sie anschließend wieder in Bereiche höheren Drucks, führt dies zu einer schlagartigen Implosion. Dies kann zu starken Schäden an wasserführenden Oberflächen führen. Da der Entstehungsort eine tragende Rolle im Hinblick auf das Schädigungspotential spielt, wird in dieser Arbeit die Einsetzbarkeit von akustischen Beamforming-Algorithmen an einem vereinfachten Testfall geprüft.

Typischerweise wird beim Zerfall von Dampfblasen breitbandig Schall bis in den Ultraschallbereich emittiert. Da dieser Schallbereich frei von übrigen Störgeräuschen ist, eignet er sich besonders gut als zu verwendender Frequenzbereich für die Lokalisation in technischen Anwendungen. Zur Validierung von vorab durchgeführten Simulationen, wurden Versuche an einem von Wasser umströmten Tragflügel in einem geschlossenen Strömungskanal bei unterschiedlichen Betriebspunkten durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche Array-Anordnungen aus Körperschallsensoren, welche am Gehäuse des Strömungskanals befestigt wurden, getestet. Die Ergebnisse zeigen die potentielle Einsetzbarkeit des Verfahrens auf.

Sitzung „Kavitation I“

Mi. 14:20 CAP2-B

Kavitation I

Erfassung der Kavitation durch hydroakustische DetektionUlf Bauerschaefer^a, Lars Ledig^a, Peter Holstein^b und Stefan Gai^a^a GMBU e. V.; ^b SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH

Die Hydrokavitation tritt in technischen Anlagen und Strömungsmaschinen in vielfältigen Erscheinungsformen auf. Kurz- und langfristige Konsequenzen reichen vom Leistungsabfall über unerwünschte Geräuschemissionen bis hin zu schwerwiegenden mechanischen Schäden durch Materialabtrag. Die hydroakustische Detektion ist als nichtinvasives Verfahren besonders geeignet die Kavitation in optisch nicht transparenten Medien und im laufenden Prozess Real Time nachzuweisen. Der Einsatz des Verfahrens setzt jedoch voraus, dass die gewonnenen Signale in geeigneter Weise aufbereitet werden können. Der Beitrag zeigt akustische Verfahren die für eine Charakterisierung der Kavitation geeignet sind. Es wird versucht die Kavitation im universellen Teil von stochastischen Wellenfeldern nachzuweisen. Insbesondere wird diskutiert ob die Mehrfachstreuung der hydroakustischen Wellen in einem Maschinenhohlraum im hochfrequenten Teil als diffusive Wellenfelder beschrieben werden können.

Mi. 14:40 CAP2-B

Kavitation I

Qualifizierung von Ultraschallreinigungsgeräten

Reinhard Sobotta, Matthias Köchel und Andreas Richter

Elma Schmidbauer GmbH

Für die Reinigung von Präzisionsbauteilen, medizinischen Instrumenten und Implantaten, Teilen mechanischer Uhrwerke, optischen Komponenten oder elektronischen Bauteilen ist die Ultraschallreinigung ein Standard-Verfahren. Dabei werden die zu reinigenden Bauteile in eine Reinigungsflüssigkeit, z.B. Wasser, getaucht. Die Ultraschallanregung im Frequenzbereich 25 kHz bis 150 kHz führt in der Reinigungsflüssigkeit zu Kavitationsblasen, deren Kollabieren an den Bauteileoberflächen den Reinigungseffekt bewirkt. Der Aufbau und die Besonderheiten eines handelsüblichen Ultraschallreinigungsgerätes werden beschrieben. Es wird häufig von Anwendern gefordert, den Effekt des Ultraschalls auf die Reinigung messtechnisch zu erfassen und zu dokumentieren. Dazu ist eine quantitative Messung der Kavitationsaktivität notwendig. Es wird ein Überblick über Nachweisverfahren für die Kavitationswirkung gegeben. Hierbei wird speziell auf einige akustische Messverfahren eingegangen. Anhand von Messungen wird gezeigt, dass eine Qualifizierung von Ultraschalleinigungsgeräten möglich ist und welche Parameter berücksichtigt werden müssen.

Mi. 15:00 CAP2-B

Kavitation I

MORFUS: Mobile Reinigungseinheit für Förderketten basierend auf UltraschallReinhard Schemmel, Tobias Hemsel und Walter SextroUniversität Paderborn

In der industriellen Fertigung werden zum Transport von Bauteilen häufig Förderketten genutzt. Obwohl die Förderketten meist nicht direkt mit den Arbeitsmedien in Berührung kommen, werden sie indirekt durch vagabundierende Stäube und Pulver, die an der geölten Kette anhaften, im Laufe der Zeit stark verschmutzt. Um die Lebensdauer der Ketten zu erhöhen und das Herunterfallen von Schmutzpartikel auf die Produkte zu vermeiden, muss die Kette regelmäßig gereinigt werden. Im Rahmen eines ZIM-geförderten Projektes wird ein System entwickelt, dass die Förderketten in kurzer Zeit mittels Ultraschall reinigen soll. Dabei werden herkömmliche Tauchschwingen und direkt eingetauchte Stabschwinger mit deutlich höherer Abstrahlleistung genutzt. Um ein hochintensives Kavitationsfeld zu erzeugen, werden dabei "Barbell"-Sonotroden eingesetzt, die auch in der Sonochemie verwendet werden. Zur Auslegung der Ultraschallgeber wurden Schallfeldanalysen mittels der FE-Methode in ANSYS und der pseudospektralen Berechnungsmethode in MATLAB mit der Toolbox k-Wave durchgeführt, um eine erste Abschätzung bezüglich der zu erwartenden Reinigungswirkung zu erhalten. Vielversprechende Anordnungen wurden in einem variablen Aufbau realisiert und Reinigungstests zur Validierung der Modelle durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass die recheneffiziente pseudospektrale Methode in k-Wave gut für die Durchführung von Designstudien zur Ermittlung des Einflusses der Anordnung mehrerer Ultraschallschwinger unterschiedlicher Frequenzen auf das Schallfeld und die Beurteilung der Reinigungswirkung geeignet ist.

Mi. 15:20 CAP2-B

Kavitation I

Modellierung der Erosion in einem Ultraschall-Reaktor zur WertmetallrückgewinnungSergey Lesnik und Gunther BrennerTU Clausthal

Die Anwendung durch Ultraschall erzeugter Kavitation erlaubt es, in der Verfahrenstechnik eine Vielzahl von chemischen Reaktionen zu beschleunigen. Das behandelte Beispiel ist die Rückgewinnung von Wertmetallen in Laugungsbädern. Die dabei ablaufenden Prozesse sind äußerst komplex und schwer zu quantifizieren. Die Optimierung der Reaktoren und Prognose der Effizienz stellt sich aus diesem Grund als schwierig heraus. Neuere Untersuchungen des Kavitationsphänomens sowie Entwicklungen im Bereich der numerischen Berechnung (CFD) ermöglichen hier einen deutlichen Fortschritt. In der akustischen Kavitation auftretende Phänomene sind durch zeitliche und räumliche Skalen charakterisiert, die um mehrere Größenordnungen variieren können.

Dieses Problem kann durch die Kombination von Euler-Euler und Euler-Lagrange Ansätzen umgangen werden. Das akustische Ultraschallfeld wird im Frequenzbereich abgebildet. Die Blasen werden als einzelne Partikel berücksichtigt, welche durch die Strömung und das Schallfeld beeinflusst werden (Zwei-Wege-Kopplung). Das verwendete Modell löst die Keller-Miksis Gleichungen für die Abbildung der radialen Blasendynamik. Daraus abgeleitete mittlere Blasengrößen werden benötigt um die Dämpfung der akustischen Wellen zu modellieren und um Kräfte auf Blasen zu berechnen. Die Blasen nahe der festen Wände werden numerisch besonders behandelt. Abhängig vom lokalen Schalldruck, der Blasengröße und weiteren Parametern wird auf den Erosionseintrag jeder einzelnen Blase zurückgeführt. Die Berechnungen werden mit experimentellen Daten verglichen und zur Diskussion gestellt.

Mi. 15:40 CAP2-B

Kavitation I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Ultraschall / Kavitation (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 15:40 (CAP2-B); Poster-Forum: Mi. 16:00

Mi.

Ultraschall / Kavitation (Poster)

Ermittlung der Dispergiergüte von Partikeln in Polymerschmelzen mittels Ultraschallstreuung

Ulrike Steinmann^a, Sebastian Wöckel^a, Hendrik Arndt^b, Thomas Gagelmann^a, Kilian Dietl^c, Giovanni Schober^c, Christoph Kugler^c und Thomas Hochrein^c

^a ifak e.V. Magdeburg; ^b Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mikro- und Sensorsysteme; ^c SKZ - Das Kunststoff-Zentrum

Die meisten technischen Kunststoffe bestehen aus einem Polymer, das mit Füllstoffen versetzt ist, um die Eigenschaften des Materials individuell anzupassen. Ein wesentlicher Qualitätsparameter dieser Compounds ist die Homogenität der Ver- und Zerteilung der eingearbeiteten Füllstoffpartikel, die sog. Dispergiergüte. In der Praxis üblich sind arbeits- und zeitaufwändige Offline-Analysemethoden, ohne lückenlose 100 %-Kontrolle. Bisher beschriebene Ultraschall-Verfahren sind auf Laborextruder oder Bypass-Anwendungen beschränkt und wenig akzeptiert. Im Beitrag wird ein inlinefähiges Verfahren vorgestellt, mit dem die prozessfähige Charakterisierung der Dispergiergüte in industrierelevanten Extruderanlagen möglich ist. Gegenüber bekannten Transmissionsverfahren wird der an den Füllstoffen gestreute Anteil analysiert, wobei ein methodisch neuer Ansatz in der Nutzung statistischer Auswertungsverfahren besteht. Diese Messung in Rückstreuung erlaubt die Analyse höher konzentrierter bzw. stark dämpfender Stoffsysteme, die einer Transmissionsmessung nicht zugänglich wären. Anhand der linearisierten logarithmischen Standardabweichung der zeitabhängigen Amplitude der Reflexionssignale lassen sich zwei Kennwerte ableiten, die

mit der Partikel-Streudämpfung korrelieren. Vorgestellt wird die Methode der statistischen Verarbeitung von Ultraschallstreusignalen an bewegten Kunststoffschrmelzen und mit Inline-Messungen am Extruder an Polyolefinschrmelzen (Polyethylen, Polypropylen) und Füllstoffen (Glas-kugeln, Kreide) mit Partikelgrößen von $d = 1 \dots 100 \mu\text{m}$ mit einem Feststoffgehalt bis 10 Gew. %. Die Untersuchungen zeigen, dass selbst bei schwacher Streuung die messtechnische Erfassung und Auswertung von Rückstreusignalen möglich ist.

Mi.

Ultraschall / Kavitation (Poster)

Erweiterung des Mason-Modells zur Beschreibung eines Partikelbelags auf einer Quarzscheibe

Sergei Olfert und Bernd Henning

Universität Paderborn

In vielen industriellen Anwendungen ist die Bestimmung der Masse von festen Partikeln zum Beispiel von Feinstaub von großem Interesse. Zur Bestimmung von Massenbelegungen im μg -Bereich eignet sich ein Verfahren mittels Quarzmikrowaage. Ein Belag aus losen Partikeln hat einen anderen Einfluss auf den Quarz als eine bereits von Sauerbrey beschriebene rigide homogene Schicht. In diesem Beitrag soll der Einfluss durch den Partikelbelag auf den Quarz mittels des Mason-Modells beschrieben werden. Durch Aufbringen einer losen Partikelschicht auf einen Schwingquarz, der als Dickenscherschwinger arbeitet, wird die Resonanzfrequenz zu höheren Frequenzen verschoben. Dieses Phänomen lässt sich durch das Modell von Sauerbrey nicht abbilden. Zur Beschreibung der Beladung eines Schwingquarzes mit einem Partikelbelag wird ein elektromechanisches Dreitor-Ersatzschaltbild nach Mason verwendet. Ausgewertet wird dabei die in der elektrischen Impedanz sichtbare Resonanzfrequenz des Quarzes. Die Problematik besteht in der Erstellung und Dimensionierung eines geeigneten Ersatzschaltbildes für einen Partikelbelag. Die dazu notwendigen Parameter der Ersatzschaltung werden aus Impedanzmessungen ermittelt. Es kann gezeigt werden, dass mit Hilfe einer komplex angesetzten Abschlussimpedanz das Verhalten der losen Partikelschicht beschrieben werden kann. Die Messergebnisse und die Simulationsergebnisse werden verglichen und die Ergebnisse diskutiert.

Mi.

Ultraschall / Kavitation (Poster)

Neuronale Netze zur Klassifikation von Ultraschalldaten bei elektrischen EntladevorgängenSteffen Seitz^a, Robert Wittig^a, Jens Müller^a, Peter Holstein^b und Ronald Tetzlaff^a^a TU Dresden, Institut f. Grundlagen d. Elektrotechnik und Elektronik;^b SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH

Moderne Ultraschallverfahren spielen im Umfeld der Instandhaltung industrieller Anlagen eine wichtige Rolle. Der Grad der automatisierten

Auswertung dieser Verfahren ist dabei ein wichtiger, stets zu verbesserner Aspekt. Im Bereich der Erkennung hörbarer akustischer Signale konnten durch maschinelles Lernen in den letzten Jahren bereits sehr große Fortschritte erzielt werden. In diesem Beitrag sollen moderne Mustererkennungsverfahren basierend auf Convolutional Neuronal Networks (ConvNets) zur Merkmalsextraktion und Klassifikation auf Ultraschalldaten (ca. 10-100 kHz) angewendet werden. Dies soll die Anwendbarkeit maschineller Klassifizierungsverfahren bei Instandhaltungsproblemen von Maschinen am Beispiel elektrischer Entladevorgänge demonstrieren, welche beispielsweise in Schaltschränken problematisch sind. Durch die Auswertung der Ultraschalldaten wäre dann zukünftig eine Trendbewertung des Maschinenzustandes möglich, da alle bei Instandhaltungsproblemen relevanten Frequenzanteile analysiert werden können.

Mi. Ultraschall / Kavitation (Poster)

Akustische Verfahren zur Dichtheitsprüfung

Peter Holstein^a, Nicki Bader^a, Armin Raabe^b, Andreas Tharandt^a, Manuela Barth^b und Hans-Joachim Münch^a

^a SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH; ^b Universität Leipzig, Inst. f. Meteorologie

Im Beitrag werden einige Möglichkeiten vorgestellt, die akustische Verfahren für die Prüfung auf Dichtheit und damit verbundene energetische Fragestellungen eröffnen. Im Mittelpunkt stehen akustische Verfahren, die für Anwendungen im baulichen Bereich geeignet sind - typischerweise sind das Dimensionen mit Ausmaßen wie bei Fenstern, Türen oder auch Verlegekanälen. Oft ist dies mit energetischen Problemen verbunden. Akustische Verfahren bieten dabei eine Reihe von Anwendungsvorteilen und könnten beispielsweise sogenannte Blower Door Tests ergänzen oder teilweise ersetzen. Sie sind in weiten Grenzen an die jeweilige Aufgabenstellung anpassbar und skalierbar. Die Verfahren sind so ausgelegt, dass sie oberhalb des hörbaren Frequenzbereiches (ca. 10 bis 100 kHz) arbeiten. Dies ist sowohl für die physikalische Auflösung als auch für die Akzeptanz bei Nutzern bedeutsam. Neben den Anwendungen im Baubereich sind die Verfahren überall dort interessant, wo die Dichtheit im Rahmen von Produktprüfungen eine Rolle spielt.

Mi. Ultraschall / Kavitation (Poster)

Detaillierte Darstellung der digitalen Signalverarbeitung zur Messung des Kavitationsrauschpegels

Matthias Köchel, Reinhard Sobotta und Andreas Richter

Elma Schmidbauer GmbH

Anwender von Ultraschallreinigungsgeräten und -anlagen fordern häufig eine Qualifizierung der Reinigungswirkung des Ultraschalls. Dies erfordert eine quantitative Messung der Kavitationsaktivität. Hierzu wird

ein geeignetes akustisches Messverfahren im Detail vorgestellt. Die einzelnen Schritte der digitalen Signalverarbeitung zur Messung des Kavitationsrauschpegels werden dargestellt und erläutert. Damit erzeugte Messergebnisse werden vorgestellt und die Wiederholgenauigkeit aufgezeigt. Außerdem wird die Abhängigkeit der Messergebnisse von praktisch vorkommenden Parametern vorgestellt.

Sitzung „Kavitation II“

Mi. 16:40 CAP2-B

Kavitation II

Direct observation of sonoluminescing bubble dynamics in multi-bubble fields

Robert Mettin und Carlos Cairós

Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut

Although sonoluminescence (SL) has been investigated now for decades, the exact oscillation dynamics and the collapse geometries of light emitting and/or chemically active bubbles is still an open question. Individual bubbles have been well studied in single bubble traps (SBSL), but the typical environment of SL and applications of cavitation is an ultrasophonically driven multi-bubble field, and the light emissions are then termed multi-bubble sonoluminescence (MBSL). The analogy of the phenomena in a multi-bubble system as compared to single bubble experiments is still under debate. Surprisingly up to now (and to the best of our knowledge), never any light emitting bubble has been clearly and doubtlessly identified within the multi-bubble environment, nor its respective oscillation dynamics. Here we demonstrate for the first time by high-speed imaging the simultaneous recording of emitted light flashes and the underlying bubble dynamics in multi-bubble fields, with up to 0.5 million frames per second. Among other findings, we observe frequent jetting dynamics of SL bubbles, which is different to standard single bubble experiments. Recorded transient bubble dynamics could be fitted numerically to obtain estimates of collapse peak temperatures (up to 38000K). The imaging technique thus leads to more realistic pictures of collapsing bubbles in ensembles.

Mi. 17:00 CAP2-B

Kavitation II

Investigation of symmetric splitting of moving-SBSL bubbles in phosphoric acid

Max Koch^a, Juan Manuel Rosselló^b und Robert Mettin^a

^a*Univ. Göttingen, Drittes Physikalisches Institut;* ^b*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - CNEA*

In single-bubble experiments in acids, frequently moving bubbles are observed, termed m-SBSL. In a setup in phosphoric acid, driven at 25 kHz, we closer inspect the bubble dynamics. It is found that the bubble can split into two symmetric fragments, recovering into one bubble again in the rebound. This process is repeated in every period, and then no emitted light could be detected. The bubble shape indicates splitting due to

a parametric instability of mode $n=2$ in this case. Numerical studies employing the Volume of Fluid Method try to investigate spherical and splitting m-SBSL bubbles in detail. Questions to clarify are acoustic pressure and shock wave emissions, as well as potential liquid injection into the gas phase for the splitting and merging bubbles.

Mi. 17:20 CAP2-B

Kavitation II

Kombinierte Differentialinterferometrie, Fernfeld Mikro-PIV und Shadowgraphie laserinduzierter Kavitationsblasen

Stephan Kordel, Romuald Skoda und Jeanette Hussong

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl f. Hydraul. Strömungsmaschinen

Für die kombinierte Messung transienter Strömungsfelder und lokaler Konzentrations- oder Temperaturverteilungen werden oftmals LIF oder beugungsbasierte Methoden wie BOS eingesetzt. In Vorarbeiten konnte jedoch gezeigt werden, dass unter bestimmten Versuchsbedingungen mit Interferenzmethoden hoch transiente Dichte- oder Druckverteilungen mit einer deutlich höheren Messempfindlichkeit bestimmt und ebenfalls mit Geschwindigkeitsmessungen kombiniert werden können [1]. Hierfür wurden die Differentialinterferometrie mit der Fernfeld Mikro-PIV und Shadowgraphie kombiniert. Ziel ist es die verifizierte Messtechnik auf Fragestellungen der Kavitation zu übertragen. Hierfür wird die kombinierte Lasermesstechnik zur Bestimmung von Druckwellen- und Strömungsfeldern während der Erzeugung und dem asymmetrischen Kollaps laserinduzierter Kavitationsblasen anhand eines Benchmark Experiments eingesetzt. Mit Hilfe zweier Nd:YAG Laser werden Kavitationsblasen erzeugt und kombinierte Differentialinterferometrie und Fernfeld Mikro-PIV Aufnahmen durchgeführt. Um zusätzlich die Kavitationsblasendynamik zu erfassen, wird der Aufbau zur simultanen Aufnahme von Schattenbildern erweitert. Erste mit der Differential Interferometrie bestimmte Druckwellenamplituden werden mit Messwerten eines Sondenhydrophons verglichen. Literatur: [1] Kordel, S., Nowak, T., Skoda, R., & Hussong, J. (2016). Combined density gradient and velocity field measurements in transient flows by means of Differential Interferometry and Long-range μ PIV. *Experiments in Fluids*, 57(9).

Sitzung „Akustische Messtechnik und Sensorik I“

Mi. 8:40 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Methode zur Bestimmung der Zuverlässigkeit von Mikrofonarrayverfahren

Gert Herold und Ennes Sarradj

TU Berlin, Fachgebiet Technische Akustik

Mikrofonarrayverfahren werden als Messtechnik zur Charakterisierung von Schallquellen eingesetzt. Hierfür werden die gleichzeitig an verteilten Mikrofonpositionen aufgenommenen Signale ausgewertet. Neben der reinen Ortung dominanter Quellen rückt vermehrt die exakte Bestimmung des Schalldruckpegels gleichzeitig abstrahlender Quellen in den

Vordergrund. Hierfür existieren eine Reihe von Methoden. Vorangegangene Untersuchungen haben gezeigt, dass bei Anwendung verschiedener Algorithmen auf dieselben Ausgangsdaten deutliche Abweichungen der Ergebnisse zu verzeichnen sind. Im Falle gemessener Daten ist es nur schwer möglich zu beurteilen, ob der verwendete Algorithmus unter den gegebenen Randbedingungen ein korrektes Ergebnis liefert. Die Auswertung simulierter Daten hingegen erlaubt es, das erhaltene mit dem erwarteten Ergebnis zu vergleichen und damit die Zuverlässigkeit des verwendeten Algorithmus' zu bewerten. Dieser Beitrag untersucht die Anwendung mehrerer Algorithmen auf simulierte Datensätze, bei denen unterschiedliche Parameter, wie etwa die Anzahl, Position und Pegel der Quellen, variiert wurden. Die Abweichungen der berechneten zu den korrekten Ergebnissen werden mit geeigneten Fehlergrößen beschrieben. Um eine große Bandbreite von Parameterabhängigkeiten der Fehlergrößen bei beherrschbarer Anzahl von Variationen abdecken zu können, werden die veränderlichen Eingangsparameter auf Basis definierter Zufallsverteilungen variiert (Monte-Carlo-Simulation). Aus der Auswertung der Simulationen ergeben sich statistische Aussagen über die Verlässlichkeit der Mikrofonarrayverfahren, die eine Auswahl einer geeigneten Methode bei gegebenen Randbedingungen erlauben.

Mi. 9:00 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Messung der Schallimmission von einer Windenergieanlage mit einem Mikrofonarray

Maike Wehmeyer^a, Christoph Fritzsche^b und Jörn Hübelt^c

^a Hochschule Mittweida; ^b Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie; ^c Hochschule Mittweida, Lehrstuhl f. Techn. Mechanik u. Akustik
In dieser Masterarbeit wurde ein Messverfahren zur Bestimmung der Schallimmission von einer Windenergieanlage entwickelt. Die Messung der Schallimmission ist bei Windenergieanlagen anspruchsvoll, da die Quelle vom Empfänger oft sehr weit entfernt ist und zahlreiche Störquellen vorliegen. Das vorgestellte Messverfahren nutzt ein Mikrofonarray, da dieses eine künstliche Richtcharakteristik erzeugt und somit ermöglicht, den Einfluss der Störquellen auf das Messergebnis zu reduzieren. Zur Durchführung der Arbeit standen acht Mikrofone zur Verfügung und der interessierende Frequenzbereich reichte von 50 Hz bis 2000 Hz. Um diesen Bereich mit ähnlichen Arrayeigenschaften abzudecken, wurde ein Mikrofonarray bestehend aus drei Teilarrays entwickelt. Eine Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Arrays erfolgte durch zwei Messungen an einem Windpark im Abstand von 470 m zur interessierenden Windenergieanlage. Zur Auswertung wurden die Beamforming-Algorithmen Delay-and-Sum, Clean-SC, DAMAS sowie das orthogonale Beamforming verwendet. Die Ergebnisse der Beamforming-Algorithmen wurden dem Ergebnis eines einzelnen Mikrofons des Arrays und dem Schalldruckpegel am Emissionsmessort gegenübergestellt.

Mit dem entwickelten Verfahren wird eine Reduktion des Störgeräuschpegels im gesamten Frequenzbereich erreicht. Der DAMAS-Algorithmus erzielt die besten Ergebnisse. Durch die geringe Mikrofonanzahl ist die Leistungsfähigkeit des orthogonalen Beamformings beschränkt. Die Machbarkeit von Schallimmissionsmessungen an Windenergieanlagen mit einem Mikrofonarray wird diskutiert.

Mi. 9:20 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Untersuchungen zur Eignung des Einsatzes von preiswerten Mikrofonen in Mikrosystemtechnik (MEMS) in hochkanaligen Mikrofonarrays

Patrick von Pflug

GFaI e.V.

Im Rahmen eines INNO-KOM-Ost Vorlaufforschungs-Projekts wurden verschiedene preiswerte für den Einsatz in hochkanaligen akustischen Kartierungssystemen vorgesehene Mikrofonkapseln anhand der von den Herstellern zur Verfügung gestellten Datenblätter ausgewählt und im RAR der TU Berlin mit einem 2 Wege Koaxiallautsprecher durch Vergleich mit einem hochwertigen Messmikrofon hinsichtlich Amplituden- und Phasenfrequenzgang untersucht. Der Vortrag geht kurz auf die z. Z. verfügbaren Mikrofone in Mikrosystemtechnik ein und erklärt dabei auch den häufig falsch verstandenen Begriff "MEMS-Mikrofon". Es wird auf die Wahl der Schallquelle gegenüber anderen möglichen Schallquellen, den Abstand zu den Mikrofonen und das verwendete Messmikrofon eingegangen. Die Methode zur Bestimmung der Parameter und die Notwendigkeit der Laufzeitbestimmung mit Hilfe eines Funkengenerator werden dargestellt, die Probleme bei der Messung sowie die Eignung des verwendeten Koaxiallautsprechers werden beleuchtet und schließlich die Ergebnisse und die Konsequenzen daraus vorgestellt.

Mi. 9:40 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Embedded MEMS accelerometers for the in-situ measurement of blocked forces in coupled structures

Dennis Zabel^a, Michael Sturm^b, Thomas Alber^a und Andy Moorhouse^c

^a*Robert Bosch Automotive Steering GmbH*; ^b*Robert Bosch Automotive Steering LLC*; ^c*University of Salford*

The in-situ blocked force method is a valuable tool to characterise dynamic loads induced by a vibrational source into a passive receiver independent from the characteristics of the receiver. For the success of the method it is crucial to determine frequency response functions (FRF) between degrees of freedom (DOF) at the contact interface and response DOFs located on the receiver-side whilst source and receiver are coupled. These FRFs can in theory be determined by applying an excitation at the indicator positions and measuring the vibration responses at the source-receiver interface. However, in many cases, this is not feasible since the interface DOFs are not sufficiently accessible for placement of

surface mounted accelerometers or the dynamic properties of the sensitive interface may be influenced. This paper discusses an application of MEMS accelerometers directly embedded within the interface so that potential impact on the dynamic coupling of source and receiver can be assumed to be minimum. To prove the feasibility of the proposed method a case study is carried out in which embedded MEMS accelerometers are used for the determination of in-situ blocked forces of an electric motor and the validity of the determined blocked forces is proven by an on-board validation.

Mi. 10:00 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Akustische Zustandsbewertung von Gleisen im Straßenbahnnetz

Reinhard Wehr^a, Andreas Fuchs^a und Werner Wehr^b

^a*AIT Austrian Institute of Technology; ^bWiener Linien GmbH & Co KG*
Zur netzweiten Überwachung des Gleiszustandes wird im Straßenbahnnetz der Wiener Linien ein Gleismesswagen eingesetzt. Dieser wurde im Zuge eines Forschungsprojektes mit einem akustischen Messsystem ausgerüstet. Hiermit soll es ermöglicht werden, die gleiszustandsbedingten Schallemissionen bei Befahrung zu analysieren und somit Rückschlüsse auf den aktuellen Schienenzustand, vor allem in Hinblick auf beginnende Riffelbildung, zu ziehen. Die fahrzeugseitigen Schallmessungen wurden weiters mit Vorbeifahrtsmessungen verglichen. Ziel davon war es, die on-board-Messungen zu validieren wie auch von den Emissionen am Fahrzeug auf die tatsächlichen Emissionen im Außenbereich zu schließen. Dazu wurde aus den erhobenen Messdaten ein geschwindigkeitsabhängiges Transferpfad-Modell erstellt. Ebenfalls wurde ein Algorithmus zur Detektion von Kurvenkreischen bei Befahrung von Gleisbögen erstellt. Um eine robuste und verlässliche Erkennung sicherzustellen, wurde auf eine logistische Regression zurückgegriffen. Als Audio-Features wurden dabei in erster Linie spektrale Komponenten des Audio-Signals herangezogen.

Mi. 10:20 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Entwicklung von Reifen-Fahrbahn-Geräusch-Messanhängern am Beispiel der Anhänger des FKFS

Michael Fieles-Kahl und Reinhard Blumrich

FKFS, Stuttgart

Am FKFS wurde der erste Reifen-Fahrbahn-Geräusch-Messanhänger 1978 im Rahmen einer Dissertation konstruiert. Dieser war ein spezieller Einrad-Messanhänger, der nach seiner Fertigstellung europaweit auf zahlreichen Straßenabschnitten erfolgreich getestet und eingesetzt wurde. Ein großer Vorteil einer solchen Konstruktion ist, dass nur ein Rad Kontakt zur Straßenoberfläche hat und somit eventuell vorhandene Interferenzen durch kohärente Geräuschanteile eines zweiten Messreifens ausgeschlossen sind. Eine Einrad-Konstruktion hat allerdings zwei bedeutende Nachteile. Zum einen ist die Anbringung am Zugfahrzeug

kompliziert, da neben der Anhängelast und der Zugkraft auch Kippmomente des Anhängers vom Fahrzeug aufgenommen werden müssen. Zum anderen wird durch das zentrale Messrad die Straßenoberfläche in einem Bereich getestet, der im Laufe eines "Straßenlebens" deutlich weniger Belastung und Abnutzung erfährt als die Bereiche, auf denen die Räder der Fahrzeuge abrollen. Aus diesem Grunde wurde am FKFS ein neuer Anhänger mit zwei Rädern konstruiert, der diese beiden Nachteile nicht zeigt und damit Messergebnisse liefert, die die Anforderungen an Untersuchungen im Nahfeld nach ISO11819 Teil 2 voll erfüllen. Durch eine Kapselung bis unmittelbar über die Straßenoberfläche werden Nebengeräusche weitgehend ausgeblendet, so dass der Geräuschabstand genügend groß ist. Auch eine Beeinflussung der Räder untereinander wird durch weit herunter gezogene Trennwände vermieden.

Mi. 10:40 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Schallleistung von Wohnungslüftungsgeräten - Anwendung verschiedener Messmethoden

Andreas Drechsler und Andreas Ruff

Hochschule für Technik Stuttgart

Wohnungslüftungsgeräte gehören zur Standard-Anlagentechnik bei energetisch hochwertigen Neubauten und Sanierungen. Für die Passivhaus-Zertifizierung und die Leistungsprüfung gemäß DIN EN 13 141-7 der Geräte ist die Bestimmung der Schallleistung notwendig. An der HFT Stuttgart werden seit einigen Jahren in Zusammenarbeit mit der HLK Stuttgart GmbH solche Schallleistungsmessungen an Wohnungslüftungsgeräten durchgeführt. Gemessen werden sowohl der Geräteschall, also die abgestrahlte Schallleistung des Gerätes, wie auch der Kanalschall, die abgestrahlte Schallleistung in den Kanal hinter jedem Luftstutzen. Je nach Gerät und Ausführung können unterschiedliche Messmethoden angewandt werden. In dem Beitrag wird aus der Praxis berichtet. Es werden unterschiedliche Messmethoden diskutiert, das Problem des Strömungsrauschens bei Messungen des Geräteschalls angesprochen und die Messung des Kanalschalls mit reflexionsarmem Abschluss einer Messung im Hallraum gegenübergestellt.

Mi. 11:00 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik I

Messunsicherheit im Kundtschen Rohr

Antje Grebel, Joachim Bös und Tobias Melz

Fachgebiet SAM, TU Darmstadt

Zur Dämpfung von Luftschall werden Absorptionsmaterialien genutzt, deren Absorptionsgrad nach DIN 10534-2 im Kundtschen Rohr bestimmt werden kann. Das Messverfahren kann ohne Frage so angewendet werden, wie es in der aktuell gültigen Fassung der Norm beschrieben ist. Wird es innerhalb einer Nutzergruppe, beispielsweise innerhalb eines Unternehmens, immer gleich und bestenfalls von derselben Person angewendet, sind die Ergebnisse untereinander auch vergleichbar.

Dass es allerdings Abweichungen zwischen verschiedenen Messstellen und auch zwischen verschiedenen Bedienern des selben Messsystems gibt, wird immer wieder durch Ringversuche bestätigt. Auch am Fachgebiet Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik SAM der TU Darmstadt wurden Messungen an 2 verschiedenen Impedanzrohren durchgeführt und die Ergebnisse miteinander verglichen. Weiterhin stehen noch Ergebnisse aus Messungen an einem weiteren Rohr zur Verfügung. Im Vortrag werden die Einbauszenarien der Proben beschrieben, die Größe und Herstellung der Prüfkörper diskutiert sowie eine Messreihe vorgestellt, die viele Fragen aufgeworfen hat.

Mi. 11:20 CAP2-C Akustische Messtechnik und Sensorik I

Voruntersuchungen zur Durchführung eines Schallleistungs-Ringversuchs

Volker Wittstock und Christian Bethke

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Der Schallleistungspegel ist die wichtigste Kenngröße der Luftschallbelästigung. Er wird in verschiedenen europäischen und nationalen Regelungen zum Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutz verwendet. Die Messung des Schallleistungspegels erfolgt nach internationalen Normen, wobei die Unsicherheit der Messung derzeit durch die Vergleichs-Standardabweichung aus Ringversuchen geschätzt wird. Langfristig ist vorgesehen, eine individuelle Unsicherheitsermittlung durch Rückführung auf Primärnormale zu ermöglichen. Zur Absicherung der Unsicherheits-Werte und zur Untersuchung der Vor- und Nachteile einer Rückführung auf Primärnormale wird von der PTB ein Ringversuch zur Schallleistung geplant. Im Vortrag werden die wesentlichen Aspekte des Ringversuchs, wie die Auswahl der Quellen, der Messverfahren, der Frequenzauflösung und des Frequenzbereichs vorgestellt sowie Ergebnisse erster Testmessungen diskutiert.

Mi. 11:40 CAP2-C Akustische Messtechnik und Sensorik I

Verfahren zur Ermittlung der Umgebungskorrektur nach DIN EN ISO 3744

Ilka Arendt und Patrick Kurtz

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Im Rahmen der europäischen Studie "NOMAD" zur Überprüfung der Qualität der Geräuschemissionsangaben wurde deutlich, dass diese nur in 20 % der Fälle belastbar sind. Einer der Gründe ist die insbesondere für KMU schwierige Anwendung der existierenden Geräuschemissionsmessverfahren. Eine Vereinfachung der entsprechenden ISO-Normen, vorrangig der am häufigsten verwendeten DIN EN ISO 3744 für die Ermittlung der Schallleistung, ist daher dringend erforderlich. Dafür ist es unter anderem erforderlich, die für Messungen *in situ* notwendige Ermittlung von Korrekturen in Bezug auf Fremd- und Reflexionsschall gegenüber der Freifeld-Messung zu vereinfachen. Insbesondere die in der

Norm beschriebenen Verfahren zur Ermittlung der Umgebungskorrektur bieten Anlass zur Diskussion. In einem Projekt der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wurden die Verfahren deshalb in unterschiedlichen Umgebungen systematisch angewandt, um Abweichungen zwischen den verschiedenen Methoden zu ermitteln und Probleme und Grenzen der Anwendung aufzuzeigen. Neben diesen Ergebnissen werden In situ-Schallleistungsmessungen an realen Maschinen in industriellen Arbeitsräumen vorgestellt, deren Ergebnisse über eine Referenzschallquelle mit Messungen im Freifeld verglichen werden. Damit sollen die Rückführbarkeit über ein Transfernormal auf eine Primärschallquelle überprüft sowie Erkenntnisse zur Definition der Anwendungsbeziehe für die verschiedenen Umgebungskorrekturverfahren gewonnen werden. Die vorgestellten Untersuchungen sind Teil des von der PTB koordinierten EMRP-Projektes SIB56 Sound Power.

Sitzung „Akustische Messtechnik und Sensorik II“

Mi. 14:20 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik II

Comparison of 1/r and K2 measurement procedures in anechoic chambers

Abhay Rajmane und Walter Baumann

G+H Schallschutz GmbH

Precision class anechoic chambers are qualified and characterized by decay of sound pressure level with distance in accordance with inverse square law and their tolerances specified in Annex A of DIN EN ISO 3745 and in ISO 26101 respectively. However engineering class anechoic chambers are qualified and characterized by environmental correction factor (K2) described in Annex A of DIN EN ISO 3744. K2 is a function of the size of measurement surface, the size of anechoic chamber as well as the absorption coefficient of absorbing surfaces. The engineering class anechoic chamber nears practically to a precision class chamber when K2 factor gets very small. In the present work, the K2 factor is measured in precision anechoic chambers. A comparison is presented between frequency dependent environmental correction factors (K2f) and tolerances on measured sound pressure level decay according to inverse square law procedure.

Mi. 14:40 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik II

Ein neuartiger optischer Sensor für die Schall- und Ultraschalldetektion in Flüssigkeiten für Frequenzen bis zu 25 MHz

Wolfgang Rohringer^a, Stefan Preißer^b, Thomas Heine^a und Balthasar Fischer^a

^a*XARION Laser Acoustics GmbH*; ^b*Medizinische Universität Wien*

Für die Schall- und Ultraschalldetektion in Flüssigkeiten werden heute typischerweise piezoelektrische Wandler eingesetzt. Diese Technologie ist sehr ausgereift, stößt für gewisse Anwendungen jedoch an physikalische Grenzen. Beispielsweise ist die Sensitivität inhärent durch die

aktive Sensorfläche limitiert, darüber hinaus sind Nichtlinearitäten in der Frequenzantwort durch mechanische Resonanzen kaum zu vermeiden. Im Rahmen dieses Vortrags präsentieren wir einen neuartiges, hochsensitives optisches Hydrophon, basierend auf einem starren, Faser gekoppelten Fabry-Pérot Interferometer (FPI). Das Messprinzip kommt ohne mechanisch bewegliche oder deformierbare Teile aus und stützt sich ausschließlich auf die Detektion von druckinduzierten Änderungen des optischen Brechungsindex. Der Sensor ist dadurch inhärent linear und robust gegenüber hohen Schalldruckpegeln. Aufgrund der rein optischen Signalerzeugung und -weiterleitung ist der Sensor unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Einstreuungen.

Charakterisierungsmessungen zeigen eine lineare Frequenzantwort bis zu einer Grenzfrequenz von 22 MHz sowie ein Eigenrauschen von weniger als 1 Pa bezogen auf die Detektionsbandbreite. Neben einem Vergleich mit kommerziell erhältlichen Piezowandlern werden auch Messungen der Richtcharakteristik präsentiert.

Applikationstests demonstrieren die Anwendungstauglichkeit des Sensors, etwa für die Charakterisierung von Ultraschallfeldern in der Medizintechnik, sowie für die Signaldetektion bei der photoakustischen Mikroskopie (OR-PAM) an biologischem Gewebe. Künftige Anwendungen in der Sonar-Technologie werden besprochen, mit Fokus auf nützliche Eigenschaften des Sensors (z.B. Einsatzmöglichkeit langer Glasfaserkabel, Phasentreue).

Mi. 15:00 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik II

Einpunkt-Laser-Doppler-Vibrometer für die mehrdimensionale Analyse des Schwingungsverhaltens auf Festkörperoberflächen im MHz-Bereich

Enrico Barth, Patrick Tobias Homann und Jens Prager

BAM - Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Zur messtechnischen Analyse des Schwingungsverhaltens von Festkörpern kann die Bewegung der Oberfläche mit einem Laservibrometer vermessen werden. Für bestimmte Anwendungen, beispielsweise bei der Charakterisierung von anisotropen Werkstoffeigenschaften, ist eine mehrdimensionale Bestimmung der Schwingungskomponenten notwendig. Zur Umsetzung des Messprinzips wird ein Ansatz mit einem Einpunkt-Vibrometer verfolgt, welcher sequenziell die Messpunkte aus mehreren Winkeln analysiert und unter Verwendung der Winkelbeziehungen die Normal- und In-Plane-Komponenten der Schwingung berechnet. Die exakte Positionierung des Lasers aus verschiedenen Winkeln stellt durch die hohen Frequenzen und die damit verbundenen Wellenlängen im mm-Bereich die wesentliche Herausforderung bei der Umsetzung des Messverfahrens dar. Bereits kleine Abweichungen führen zu einem hohen Phasenversatz und somit zu nicht tolerierbaren Messfehlern. Unter Berücksichtigung schwer zu ermittelnder Geometrieeinformationen wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem eine ausreichende

Positionierungsgenauigkeit gewährleistet werden kann. Im Vortrag werden zunächst die Fehlereinflüsse analysiert und die Umsetzung des Messverfahrens detailliert vorgestellt. Es wird gezeigt, dass die Schwingungskomponenten bis zu einer Frequenz von 1 MHz mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden können. Zusätzlich wird der Einfluss verschiedener Möglichkeiten zur Erhöhung der Reflektivität der Oberfläche auf die Ergebnisse untersucht.

Mi. 15:20 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik II

Experimentelle und numerische Untersuchungen von textilverstärkten thermoplastischen Verbundwerkstoffen mit eingebetteten piezoelektrischen Sensor-Aktor-Arrays hinsichtlich der gerichteten Abstrahlung von akustischen Wellen

Anja Winkler^a, Martin Dannemann^a, Klaudiusz Holeczek^a, Eric Starke^a, Niels Modler^a, Manuel Weiß^b und Stefan J. Rupitsch^b

^a TU Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik; ^b Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik

Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) ermöglichen durch ihren schichtweisen Aufbau die Integration von Sensoren und Aktoren in den Verbundaufbau. Hierdurch können zahlreiche neuartige Bauteilfunktionalitäten wie etwa Abstands- oder Durchflussmesssysteme erschlossen werden. Dabei kann durch die Integration mehrerer piezoelektrischer Aktoren sowie deren gezielte zeitversetzte Ansteuerung eine gerichtete Plattenwelle erzeugt werden. Die Plattenwellen wiederum strahlen unter einem definierten Winkel Schall ab, der durch das umgebende Medium propagiert. Eine entsprechende Auswertung der zurückgekoppelten Wellen, die durch Teilreflektionen von einem Hindernis hervorgerufen werden, ermöglicht die Realisierung einer Abstandsmessfunktionalität. Auf ähnliche Weise können auch Wellen, die durch ein sich bewegendes Medium propagieren, analysiert werden, um daraus Rückschlüsse auf die Durchflussmenge zu ziehen. Neben dem Herstellungsprozess einer Demonstratorstruktur mit integriertem piezokeramischen Wandlerarray wird im vorliegenden Manuskript die experimentelle Erfassung der abgestrahlten Ultraschallwellen behandelt. Hierfür wurde mit einer Messvorrichtung punktweise das von der Versuchsplatte abgestrahlte Schallfeld ermittelt. Im Rahmen der anschließenden Visualisierung können die Betrachtungsebenen räumlich und zeitlich frei gewählt werden. Ein Vergleich der experimentell ermittelten Schalldruckverteilungen mit den Simulationsergebnissen zeigt eine gute Übereinstimmung. Die Abstrahlung von gerichteten Ultraschallwellen in Luft durch ein werkstoffintegriertes Piezowandler-Array konnte somit experimentell nachgewiesen werden.

Mi. 15:40 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)**Sitzung „Akustische Messtechnik und Sensorik (Poster)“**

Kurzvorträge: Mi. 15:40 (CAP2-C); Poster-Forum: Mi. 16:00

Mi.

Akustische Messtechnik und Sensorik (Poster)

MEMS-Mikrofone in der Metrologie

Tobias Alexander Michaelis und Christoph Kling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

MEMS-Mikrofone haben sich im Consumer Bereich durchgesetzt, z.B. in Smartphones, aber sind sie auch den gehobenen Anforderungen der Metrologie gewachsen? Um das zu überprüfen wurden, im Rahmen einer Studienarbeit an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), Anforderungen, angelehnt an die DIN EN 61094-4: "Anforderungen an Gebrauchs-Normalmikrofone, definiert und überprüft. Es wurde ein Adapter entwickelt, der ein MEMS-Mikrofon mit einem Vorverstärker für Messmikrofone verbindet. Somit konnten die MEMS Mikrofone unter nahezu gleichen Bedingungen wie ein Messmikrofon geprüft werden. Des Weiteren wurde das Packaging eines MEMS-Mikrofon verändert um die charakteristische Resonanzfrequenz im Bereich von 15 -20 kHz zu beseitigen. In diesem Poster werden die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit und die Verbesserungsmöglichkeiten des Packagings dargestellt.

Mi.

Akustische Messtechnik und Sensorik (Poster)

Tomografische Rekonstruktion der Raumtemperaturverteilung aus einer RaumimpulsantwortArmin Raabe^a, Peter Holstein^b und Marcus Bleisteiner^a^aUniversität Leipzig, Inst. f. Meteorologie; ^bSONOTEC Ultraschallsondertechnik Halle GmbH

Die Lufttemperatur kann mithilfe von akustischen Laufzeitmessungen ermittelt werden, wenn die Strecken auf denen sich der Schall ausbreitet bekannt sind. Durchqueren mehrere Schallstrecken einen Raum, so kann mit einem tomografischen Rekonstruktionsverfahren eine Verteilung der Lufttemperatur in diesem Raum ermittelt werden. In dem hier gezeigten Beispiel werden Modelle der geometrischen Raumakustik genutzt, um Schallstrecken unter der Berücksichtigung von Reflexionen an den Raumwänden, zu identifizieren. Die zu den Ausbreitungs wegen gehörenden Laufzeiten werden aus einer gemessenen Raumimpulsantwort abgeleitet. Zeitliche Varianzen in den Raumimpulsantworten werden als eine Veränderung der Lufttemperatur bzw. der Strömungsverhältnissen interpretiert. Im Experiment kann gezeigt werden, dass die Erfassung der räumlich und zeitlich aufgelösten Entwicklung der Raumtemperatur mit lediglich einem Lautsprecher und einem Mikrofon möglich ist. Wenn die Raumluftströmungen eine untergeordneten Einfluss haben, dann kann so eine dreidimensionale, akustische Überwachung

der Raumlufttemperatur mit einem sehr geringen Einsatz an Messtechnik realisiert werden kann. Dieses Verfahren ist dazu geeignet, Informationen für Steuerungsmaßnahmen für die Raumklimatisierung bereitzustellen. So können diese Informationen als Basis für die Raumklimasteuerung dienen was als Beitrag für einen effizienten Energieeinsatz angesehen werden kann.

Bleisteiner, M., Barth, M., Raabe, A.: Tomographic reconstruction of indoor spatial temperature distributions using room impulse responses, *Meas. Sci. Technol.* 27 (2016) 035306 (10pp), doi:10.1088/0957-0233/27/3/035306

Sitzung „Akustische Messtechnik und Sensorik III“

Mi. 16:40 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik III

A hybrid impedance measurement method for finite porous absorber samples

Rob Opdam, Mark Müller-Giebeler und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

A method is presented that only needs a single sound pressure measurement of a finite porous absorber piece, placed in a hemi-anechoic chamber, to determine its angle- dependent acoustical properties. The complex pressure data obtained of the measurement is compared with that of a finite element method (FEM) simulation, which is based on the same geometric dimensions of the material sample as in the measurement, but with an arbitrary porous material. With a non-linear fitting algorithm, the simulated complex pressure data is adjusted by changing the absorber model parameters (porosity, flow resistance etc.) in the FEM simulation to fit the measured data iteratively to find the characteristic absorber properties. This inverse approach allows also for a correction of the edge effects of the finite material sample, such that the found angle-dependent impedance is the impedance as measured on an infinite extended material sample and it also determines the individual material properties as porosity and flow resistivity of a porous material.

Mi. 17:00 CAP2-C

Akustische Messtechnik und Sensorik III

Entwicklung eines robusten und reduzierten Verfahrens zur Messung der Einkopplung des Luftschall-Nahfelds in eine Flugzeugstruktur

Matthias Weber und Kay Kochan

ZAL - Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung GmbH

Vibro-akustische Messungen bei Flug- und Bodentests haben den Nachteil hoher Komplexität, so dass insbesondere bei Flugtests nicht alle Einflussparameter beherrschbar sind. Im ZAL TechCenter steht ein voll skalierter akustischer Rumpfdemonstrator in einem reflexionsarmen Raum zur Verfügung, an dem unter kontrollierten Bedingungen realistische Tests durchgeführt werden können. Zur akustischen Anregung

dient ein phasengesteuertes Lautsprecher-Array, das in geringem Abstand außerhalb des Rumpfs angebracht und in der Lage ist, ebene Wellen zu erzeugen. Am realen Flugzeug wird der Eintrag des luftübertragenen Triebwerkslärms in die Kabine gewöhnlich durch Schallintensitätsmessungen in der Kabine und Beschleunigungsmessungen auf der Rumpf-Außenseite bestimmt. Um bei der Intensitätsmessung Fehler aufgrund von reflektiertem Schall zu vermeiden, müssen durch Einbringen von absorbierendem Material freifeldähnliche Bedingungen geschaffen werden. Das Anbringen von Beschleunigungssensoren auf die Außenhaut hingegen ist aufwändig; zudem wird durch die Eigenmassen der Beschleunigungssensoren das Schwingungsverhalten der Struktur beeinflusst. Im Rahmen des Forschungsvorhabens Lufo V-2 (Flight-LAB) soll ein Messverfahren entwickelt werden, bei dem die Strukturschwingungen möglichst berührungslos von der Außenseite gemessen werden. Zunächst werden verschiedene Ansätze auf ihre Eignung untersucht, die Schwingung der Struktur im Störfeld der Anregung zu bestimmen. Dabei liegt der Fokus auf Methoden, die auf "Standard"-Sensoren zurückgreifen, d.h. auf Mikrofone bzw. -Arrays mit nachgeschalteten Rechenverfahren sowie auf akustische Vektorsonden.

Mi. 17:20 CAP2-C Akustische Messtechnik und Sensorik III

Einflussfaktoren auf Messungen von Absorptionskoeffizienten in kleinen Hallräumen

Till Nowak, Andreas Koll, Markus Strunk und Friederike Horand
Carcoustics TechConsult GmbH

Messungen von Absorptionskoeffizienten von porösen Absorbern werden im industriellen Alltag häufig in kleinen Hallräumen, wie zum Beispiel der Alpha-Kabine, durchgeführt. Für diese Messungen gibt es Messvorschriften für die Vorbehandlung, die Abmessungen und die Positionierung der Probe. In der Praxis können diese allerdings häufig nicht eingehalten werden. Um die damit einhergehenden Einflussfaktoren und Messtoleranzen zu untersuchen, wurde ein Langzeitversuch mit Variation von verschiedener Parameter, wie beispielsweise Geometrie und Klimatisierung der Probe, durchgeführt.

Mi. 17:40 CAP2-C Akustische Messtechnik und Sensorik III

Sound power determination of realistic sources based on the sound intensity substitution method

Spyros Brezas, Christian Bethke und Volker Wittstock
Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Current deficiencies of sound power metrology may be improved by applying the concept of traceability. This approach was investigated within a European Metrology Research Programme (EMRP) project. For the traceability chain, an aerodynamic reference sound source (RSS) was used as transfer standard and the substitution method was applied where the device under test is substituted by the transfer standard. The advantages of sound intensity concerning field measurements were taken

into consideration and this quantity was chosen for the implementation of the substitution method. Three realistic sources of various frequency content were selected. The influence of the enveloping surface was studied in a hemianechoic room for both hemispherical and box shaped surfaces, while the sound power was determined along with the uncertainties related to the surface shape. Additionally, the influence of the surrounding environment was investigated. Apart from a hemianechoic room, five more spaces of varying absorption were used. The sound power and the corresponding uncertainty were determined. All calculations were performed in narrow frequency bands and in one-third octave bands.

Sitzung „Strömungssakustik von rotierenden Systemen I“

Mi. 8:40 CAP2-D Strömungssakustik von rotierenden Systemen I

Main Challenges in the Application of Hybrid Aeroacoustic Methods to Rotating Systems

Clemens Junger und Manfred Kaltenbacher

TU Wien, Inst. f. Mechanik u. Mechatronik

Hybrid aeroacoustic methods are a widely used tool for the sound prediction of low Mach number flows. These methods are suitable for fan design, as most fans are operated at low Mach numbers and the flow can be considered incompressible. Although these methods yield several advantages, they also include some difficulties in their application. Besides standard challenges, rotating systems like fans contain rotating and stationary domains coupled by non-conforming interfaces, that need special treatment.

In this research work, we discuss the main challenges for computational aeroacoustics applied to rotating systems and their solution approaches to achieve reliable numerical results. A whole rotor is considered and the acoustic propagation simulation is performed by solving the perturbed convective wave equation (PCWE) with the finite element research software CFS++. Thereby, we discuss all necessary steps for a hybrid aeroacoustic simulation and address the difficulties in each step from the flow simulation itself over the source term computation to the propagation simulation, including non-conforming interfaces and rotation.

Mi. 9:00 CAP2-D Strömungssakustik von rotierenden Systemen I

Harmonic-Balance Simulation for Tonal Fan Noise Prediction of a V2527 Aircraft Engine

Carolin Kissner und Axel Holewa

DLR - Institut für Antriebstechnik

The rotor-stator-interaction noise in the fan stage of an engine is a major contributor to the overall noise level of an aircraft during the approach phase. Its accurate prediction using high-fidelity simulation techniques is therefore of interest. The focus of this work is the numerical investigation of the tonal noise emitted by the fan stage of an IAE-V2527

aircraft engine. The tonal sound generation in the fan stage, the propagation upstream and downstream of the fan stage, and the radiation into the free field are simulated. The computational domain encompasses the fan stage, the bypass duct, the engine nacelle, and parts of the core duct. The Harmonic Balance technique formulates the unsteady Reynolds Averaged Navier-Stokes equations in the frequency domain and the phase-shift boundary condition allows for a reduction of the computational domain to a single blade passage. Both measures reduce the CPU time significantly. To quantify the sound radiation up- and downstream of the engine, the Ffowcs-Williams-Hawkins integral method is applied to the simulation data. The pressure fields upstream of the fan rotor and downstream of the fan stator are decomposed into eigenmodes using a pressure mode matching technique. An overall plausibility of the simulation results is demonstrated.

Mi. 9:20 CAP2-D Strömungssakustik von rotierenden Systemen I

Numerical Analysis of Sound Source Localization for a Ducted Axial Fan

Seyed Mohsen Alavi Moghadam, Matthias Meinke und Wolfgang Schröder

Institute of Aerodynamics, RWTH Aachen University

Numerical simulations of the acoustic field generated by a shrouded axial fan are studied by a hybrid fluid-dynamics-acoustics method. In a first step, large-eddy simulations are performed to investigate the dynamics of tip clearance flow for various tip gap sizes and to determine the acoustic sources. The simulations are performed for a single blade out of five blades with periodic boundary conditions in the circumferential direction on a multi-block structured mesh with 140×10^6 grid points. The turbulent flow is simulated at a Reynolds number of 9.36×10^5 at undisturbed inflow condition and the results are compared with experimental data. The results show the diameter and strength of the tip vortex to increase with the tip gap size and the efficiency of the fan to decreases. In a second step, the acoustic field on the near field is determined by solving the acoustic perturbation equations (APE) on a mesh for a single blade consisting of approx. 1060×10^6 grid points. The results show that the larger the tip gap size the higher the broadband noise level. Detailed results of sound source localization for the various tip gaps will be presented in the conference.

Mi. 9:40 CAP2-D Strömungsakustik von rotierenden Systemen I

Anwendung des hybriden APE Lösers DISCO++ zur Berechnung von Schallabstrahlung auf unstrukturierten Gittern

Lev Liberson

DLR AS-TEA

Optimierung hinsichtlich geringer Geräuschemission spielt bei der Entwicklung moderner Ventilatoren verstärkt eine Rolle. Für einen geräuschoptimierten Entwurf sind effiziente Auslegungs- und Entwurfsverfahren zur numerischen Simulation der Schallabstrahlung von Ventilatoren notwendig. Ein effizientes Verfahren wird am DLR in Kooperation mit dem Industriepartner ebm-Papst in Form des CAA Lösers DISCO++ mit stochastischen Wirbelschallquellen untersucht.

Bei der Entstehung von Schall an einem Ventilator sind ins Besondere dreidimensionale Effekte von Bedeutung. Ein Beispiel hierfür stellt der Kopfspalt zwischen Ventilatorschaufeln und Gehäuse dar. Eine effiziente Möglichkeit zur Vernetzung solch komplexer, dreidimensionaler Geometrien bilden unstrukturierte Rechennetze bestehend aus Tetraederelementen. Auf diesen wird der CAA-Code DISCO++ zur Lösung der akustischen Störungsgleichungen (APE) mittels des Discontinuous Galerkin Verfahrens eingesetzt.

Das Verfahren beruht auf einem hybriden Ansatz. Hierbei wird in einem ersten Schritt eine stationäre RANS Lösung des Umströmungsproblems erzeugt, auf deren Basis instationäre, stochastische Quellen mittels des Quellmodells Fast Random Particle Mesh Method (FRPM) rekonstruiert werden. Im folgenden Schritt wird die Schallausbreitung durch DISCO++ im Zeitbereich berechnet.

Vorgestellt werden erste Simulationsergebnisse zur Bestimmung des Kopfspalteinflusses an einem zwischen Platten eingespannten, angeströmten Flügels basierend auf einem experimentellen Aufbau. Es folgt eine Gegenüberstellung mit Messergebnissen sowie Vergleichssimulationen, durchgeführt mit dem DLR-PIANO CAA-Code, basierend auf strukturierten Multiblock-Gittern.

Mi. 10:20 CAP2-D Strömungsakustik von rotierenden Systemen I

Automatische Optimierung von Kühler-Lüfter Modulen

Stefan Becker^a, Marcus Becher^a, Niels Springer^b und Michael Mauss^b

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

^b Brose GmbH

Eine dominante Schallquelle der Motorkühlung in Fahrzeugen stellt der axiale Kühlerlüfter dar. Daher ist es von großem wirtschaftlichem Interesse bereits in frühen Phasen der Produktentwicklung Aussagen über das aerodynamische und akustische Verhalten zu treffen. Auf dem Gebiet der Strömungsmechanik werden hier in den letzten Jahren verstärkt automatische Optimierungsalgorithmen entwickelt und angewandt. Diese Verfahren werden für die Optimierung eines Kühler-Lüfter Modul angewandt. Im Vordergrund steht dabei der Lüfter in seinem eingebauten

Zustand. Für die Optimierung wird ein Nelder-Mead Algorithmus verwendet. Es erweist sich in der Verknüpfung der verschiedenen verwendeten Auslegungs- und Simulationsprogramme als besonders stabil und kompakt. Ein weiterer Grund für die Verwendung des Algorithmus ist die Tatsache, dass zur Optimierung keine Funktionsvorschrift benötigt wird. Es können diskrete Werte betrachtet werden, wie es für die Eingangs- und Zielparametern der Lüfteroptimierung erforderlich ist. Das Ergebnis ist eine optimierte Lüfterblattgeometrie. Damit konnten Verbesserungen in dem hydrodynamischen Wirkungsgrad des Lüfters, aber auch in der Schallabstrahlung erzielt werden. Die Optimierungsergebnisse konnten durch experimentelle Untersuchungen bestätigt werden.

Mi. 10:40 CAP2-D Strömungskustik von rotierenden Systemen I

Bewertung der Breitbandlärmanregung eines Axialventilators mittels Radialmodenanalyse

Ulf Tapken, Benjamin Pardowitz und Maximilian Behn

DLR - Institut für Antriebstechnik

Die Reduktion breitbandiger Lärmkomponenten rückt in axialen Turbo- maschinen, z.B. in Ventilatoren und in Flugtriebwerken, zunehmend in den Fokus. Eine gezielte Entwicklung effizienter Geräuschminderungsmaßnahmen setzt das umfassende Verständnis über die Abhängigkeit der verschiedenen Schallquellen an Rotor und Stator von den aerodynamischen Größen voraus. Während für die detaillierte Auflösung des Strömungsfelds, beispielsweise mit der Hitzdrahtmesstechnik, etablierte experimentelle Methoden zur Verfügung stehen, besteht ein Mangel an Verfahren zur detaillierten Analyse der akustischen Anregung. In einer aktuellen experimentellen Studie wird erstmals ein Verfahren zur Zerlegung breitbandiger Schallfeldkomponenten in akustische Kanalmoden auf einen Axialventilator unter umfangreicher Variation der Betriebsbedingungen eingesetzt. Es ermöglicht die Berechnung der Schallleistung aller ausbreitungsfähigen Moden azimutaler und radialer Ordnungen und soll in Kombination mit Strömungsfeldmessungen einer Bewertung der Schallanregungsmechanismen dienen. Das Modenanalyseverfahren erfordert Schalldruckmessungen in einem aus mehreren Mikrofonringen bestehenden Array. Für den Einsatz bei hohen charakteristischen Frequenzen an großkaligen Turbomaschinenprüfständen ist das Verfahren aufgrund der hohen Zahl benötigter Mikrofone nicht geeignet. Aus diesem Grund wurde ein alternatives Modenanalyseverfahren entwickelt, welches Eingangssignale aus nur einem Mikrofonring und einem axial an der Kanalwand ausgerichteten Mikrofonarray benötigt, allerdings die vollständige De-Korrelation aller Moden voraussetzt. Die Eignung des Verfahrens soll durch Vergleich mit den Ergebnissen des ersten Verfahrens geprüft werden.

Mi. 11:00 CAP2-D Strömungsaustik von rotierenden Systemen I

Experimentelle Untersuchung der Rotierenden Instabilität als Auslöser des Spaltgeräusches von Axialverdichtern

Benjamin Pardowitz^a, Ulf Tapken^a und Lars Enghardt^{b,c}

^aDLR - Institut für Antriebstechnik; ^bTU Berlin; ^cDeutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt Berlin

Turbomaschinen sollen zukünftig effizienter und leiser werden. Gleichzeitig sollen diese Maschinen und die einzelnen Komponenten weite Betriebsbereiche abdecken. Die effizientesten Betriebszustände von Verdichtern befinden sich oft in der Nähe ihrer Stabilitätsgrenze. Für Konfigurationen in Axialverdichtern mit großen Spaltweiten entsteht in diesem Betriebsbereich das Phänomen Rotierende Instabilität (RI), das zu einer erheblichen Steigerung der Lärmemission führt (bekannt als Spaltgeräusch). Im Rahmen eines DFG geförderten Forschungsvorhabens wurde dieser Wirkzusammenhang experimentell an einer axialen Rotor-Stator Stufe untersucht. Mit instationären Druckmessungen wurden die charakteristischen modalen und zeitlichen Eigenschaften der RI nachgewiesen. Unterhalb der Blattfolgefrequenz existiert dabei eine charakteristische spektrale Signatur. Ergebnisse im Nah- und Fernfeld stromauf des Rotors verdeutlichen das Phänomen und den Zusammenhang mit dem Spaltgeräusch. Das Spaltgeräusch existiert im Fernfeld mit hohen Amplituden in einem schmalbandigen Frequenzbereich. Umfangsmodenanalysen belegen, dass als Wirkmechanismus zur Entstehung des Spaltgeräusches eine Interaktion zwischen RI und den Rotorschaufern und die Anregung von ausbreitungsfähigen Moden verantwortlich ist. Darüber hinaus verdeutlichen Untersuchungen an einer Rotorkonfiguration mit Deckband, dass - bei vergleichbaren Betriebsbedingungen - RI sogar stärker ausgeprägt ist. Erklärungsmodelle aus der Literatur, bei denen instationäre Spaltwirbelsysteme als Auslöser der RI angenommen und interpretiert werden, sind anhand dieser Ergebnisse grundlegend in Frage gestellt.

Mi. 11:20 CAP2-D Strömungsaustik von rotierenden Systemen I

Einfluss der Strömungsgrenzschicht in zylindrischen Kanälen auf die Radialmodenanalyse von Turbomaschinenlärm

Mirko Spitalny und Ulf Tapken

DLR - Institut für Antriebstechnik

Die Radialmodenanalyse ist die gängige Methode zur Bestimmung der Schalleistung von Rotor-Stator-Interaktionstönen in Turbomaschinen und somit ein wichtiges Werkzeug zur akustischen Bewertung von Turbomaschinendesigns. Mit einer Ausgleichsrechnung werden bei dieser Methode Schallfelddaten an ein Modell für die Schallausbreitung im Kanal angepasst. Eine analytische oder numerische Eigenlösung bildet die modale Basis für das zu lösende Gleichungssystem. Erstere beinhaltet ein konstantes Strömungsprofil, die zweite bildet die Strömung mit einer Grenzschicht ab. In Anwendungsfällen sind Unterschiede von bis zu

10dB in den berechneten Schallleistungen zwischen den Modellen aufgetreten. Es zeigt sich, dass die numerisch berechneten, radialen Eigenformen des Drucks im Gegensatz zum analytischen Fall, abhängig von der betrachteten Freifeldwellenzahl sind. Diese Abhängigkeit wird anhand einer Parameterstudie für ein generisches Grenzschichtprofil gezeigt. Hierbei werden die radialen Eigenformen für verschiedene Grenzschichtdicken bei einem sinusförmigen Grenzschichtverlauf für Wellenzahlen berechnet, die im Bereich der Turbomaschinenakustik relevant sind. Die Unterschiede zwischen den Modellen werden mit steigender Frequenz und zunehmender Strömungsmachzahl größer. Es wird anhand einer Konditionsanalyse untersucht, welchen Einfluss die Berücksichtigung der Strömungsgrenzschicht auf die Radialmodenanalyse bei Verwendung üblicher Mikrofonarraysdesigns aufweist und ob das Arraydesign angepasst werden kann.

Mi. 11:40 CAP2-D Strömungsakustik von rotierenden Systemen I

Pulsationen an kaviterenden Kreiselpumpen bei Schaufelpassierfrequenz

Andreas Linkamp, Christian Lehr und Andreas Brümmer

TU Dortmund, Fachgebiet Fluidtechnik

Kreiselpumpen regen durch ein ungleichförmiges umlaufendes Druck- sowie Geschwindigkeitsfeld am Laufradaustritt und deren Interaktion mit einem Leitrad oder dem Sporn eines Spiralgehäuses Pulsationen an. Im Betrieb bei Teil- oder Überlast nehmen diese deutlich zu und können zu Schwingungs- oder Lärmproblemen und insbesondere im Resonanzfall zu mechanischen Schäden am Leitungssystem oder der Pumpe führen. Ein maßgeblicher Einflussparameter auf die Amplitude der Pulsationsanregung einer Kreiselpumpe ist neben der Drehzahl die Kavitationszahl. Der Einfluss von Kavitation auf Druckpulsationen in hydraulischen Rohrleitungssystemen mit einer einstufigen, einflutigen Kreiselpumpe mit Spiralgehäuse wurde im Rahmen dieser Arbeit systematisch untersucht. Dazu wurden Druckpulsationsmessungen auf der Saug- und Druckseite der Pumpe durchgeführt. Die Abhängigkeit der auftretenden Pulsationen von kavitationsbeschreibenden Parametern wie dem NPS-HA bzw. der Kavitationszahl σA bei variabler Pumpendrehzahl wird analysiert.

Sitzung „Strömungsakustik von rotierenden Systemen II“

Mi. 14:20 CAP2-D Strömungsakustik von rotierenden Systemen II

Experimentelle Untersuchungen zum akustischen Verhalten von Radialpumpen

Matthias Witte, Stefan Bleeck und Frank-Hendrik Wurm

Lehrstuhl Strömungsmaschinen, Univ. Rostock

Für Grundlagenuntersuchungen der Hydro- und Luftschallentstehung und Abstrahlung sowie des gekoppelten Schwingungsverhaltens einer einstufigen Radialpumpe wurde ein komplexer experimenteller Aufbau

entwickelt und in einen reflexionsarmen Halbraum integriert. Zur Vermeidung unerwünschter Störgeräusche ist der gesamte Antriebsstrang der Radialpumpe vibro akustisch vom reflexionsarmen Halbraum entkoppelt. Neben der Quantifizierung akustischer Kenngrößen können durch den modularen Aufbau der Versuchspumpe verschiedene Designparameter auf ihre akustische Wirkung hin untersucht werden. Insbesondere können verschiedene Schaufel- und Laufraddesigns wie auch die Spiralgehäusezunge, welche austauschbar gestaltet wurde, untersucht werden. Im Vorfeld der Untersuchungen wurden die einzelnen Bauteile der Radialpumpe sowie der vollständige Versuchsaufbau einer Modalanalyse unterzogen. Als Messgrößen werden zeitsynchron die pulsatilen Wandruckfluktuationen an verschiedenen Positionen in der Radialpumpe, der Hydroschall in der Druck- und Saugleitung, die Gehäuseschwingungen sowie die daraus resultierende Luftschallabstrahlung erfasst. Die vorliegenden Ergebnisse für drei unterschiedliche Laufradvariationen zeigen, dass die Wandruckfluktuationen, die für die Gehäuseanregung und damit für die Luftschallabstrahlung verantwortlich sind, sehr sensitiv auf Veränderungen im Laufrad- und Schaufeldesign reagieren wodurch sich erhebliche Unterschiede in der Luftschallabstrahlung ergeben.

Mi. 14:40 CAP2-D Strömungskustik von rotierenden Systemen II

Einfluss der Kopfspaltgröße auf die Aeroakustik von Axialventilatoren

Philipp Dietrich, Andreas Lucius und Marc Schneider
ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

Die Beurteilung des Geräusches ist ein wichtiger Bestandteil in der Entwicklung neuer Ventilatoren. Besonders der Simulation des vom Ventilator erzeugten Geräusches kommt eine große Bedeutung zu. Im Rahmen dieser Arbeit wird das breitbandige Geräusch eines an der Universität Siegen experimentell untersuchten Axialventilators im Rohreinbau mittels Large-Eddy-Simulation (LES) nachgerechnet. Die Ausbreitung außerhalb des Rohres ins Fernfeld wurde nach der Ffowcs-Williams & Hawkings Gleichung (FW-H) ermittelt. Dazu wird der Ventilator sowie Teile des akustischen Messraums mit einem Polyeder-Gitter vernetzt und die kompressiblen Strömungsgleichungen mit der Software StarCCM+ gelöst. Die aerodynamischen Ergebnisse werden mit, im industriellen Umfeld üblichen, RANS-Berechnungen des Ventilators sowie dem Experiment verglichen. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass für verschiedene Kopfspaltgrößen die akustischen und strömungsmechanischen Eigenschaften der Strömung gut wiedergegeben werden. Trotz der leichten Unterschätzung der Pegel in bestimmten Frequenzbereichen wird die Pegeländerung infolge der Änderung der Kopfspaltgröße sehr gut wiedergegeben. Die Betrachtung der Wandruckspektren zeigt ebenfalls eine gute Übereinstimmung mit den experimentellen Werten.

Die Ergebnisse zeigen, dass bereits mit vergleichsweise gering aufgelösten Grobstruktur-Simulationen die Akustik von Ventilatoren gut wiedergegeben werden kann.

Mi. 15:00 CAP2-D Strömungsakustik von rotierenden Systemen II

Breitbandschall bei axialen Kompaktlüftern: eine kombinierte numerische und experimentelle Studie

Patrick Buchwald^a, Damian Vogt^a und Julien Grilliat^b

^aUniversität Stuttgart ITSM; ^bebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG

Die vorliegende Studie befasst sich mit axialen Kompaktlüftern, die im Bereich der IT-Cooling Anwendungen finden. Luftschall stellt bei solchen Lüftern ein bedeutendes Merkmal dar, das aber sehr schwierig vorhersagbar ist. Während die Effekte von Arbeitsverteilung und Drehzahl auf die aerodynamische Performance relativ gut bekannt sind, sind die Effekte des Luftschalls und vor allem des Breitbandschall noch wenig untersucht. Im vorgeschlagenen Beitrag wird der Einfluss der Drehzahl auf das aeroakustische Verhalten von axialen Kompaktlüftern sowohl numerisch als auch experimentell untersucht. Hierfür wurden fünf unterschiedliche Lüfter unter Beibehaltung der inneren und äußeren Dimensionen bei gleichem Betriebspunkt aber unterschiedlichen Drehzahlen ausgelegt. Resultate aus RANS-Strömungssimulationen zeigen eine deutliche Abhängigkeit des Wirkungsgrads von der Auslegungsdrehzahl. LES-Strömungssimulationen mit anschließender aeroakustischer Auswertung zeigen eine Abhängigkeit des Lärmpegels von der Auslegungsdrehzahl. Es wurde dabei festgestellt, dass die Höhe des Lärmpegels nicht primär von der Drehzahl, sondern eher von den auf den Schaufeln vorherrschenden Strömungszuständen abhängt. Die simulierten Wirkungsgrade und Lärmpegel wurden experimentell auf einem Lüfterversuchstand validiert. Für jede Variante wurde die Betriebskennlinie inklusive Wirkungsgrade als auch das aeroakustische Verhalten gemessen. Die anhand der Messdaten validierten Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Drehzahl im Fall der untersuchten Axiallüfter einen maßgeblichen Einfluss auf die Effizienz wie auch auf das aeroakustische Verhalten hat.

Mi. 15:20 CAP2-D Strömungsakustik von rotierenden Systemen II

Rotierendes Beamforming im Frequenzbereich

Christof Ocker und Wolfram Pannert

Hochschule Aalen

Kurzfassung: Es wird eine Methode zur Lokalisierung von rotierenden Schallquellen mit einem Mikrofon Array präsentiert. Für die Bewegungskompensation rotiert das Mikrofon Array virtuell mit der gleichen Rotationsgeschwindigkeit wie die Schallquellen, sodass die Drucksignale an den Mikrofonen mathematisch in ein rotierendes Referenzsystem transformiert werden. Durch die Anwendung einer sphärisch harmonischen Reihenentwicklung wird eine modifizierte Greensche Funktion im rotierenden Referenzsystem berechnet. Die vorgestellte Methode arbeitet

komplett im Frequenzbereich. Das Ergebnis ist eine analytische Lösung für die Schallausbreitung einer rotierenden Schallquelle. Messungen an definierten rotierenden Schallquellen und am breitbandigen Geräusch eines Lüfters werden für unterschiedliche Frequenzen mit klassischen und hochauflösenden Beamforming-Verfahren untersucht. Für die Anwendung einiger Beamforming-Verfahren ist die Berechnung der Kreuzspektralmatrix notwendig. Im Vergleich zur üblich verwendeten Welch Methode im Zeitbereich zur Berechnung der Kreuzspektralmatrix wird in dieser Arbeit die Daniell Methode im Frequenzbereich verwendet. Aufgrund der unterschiedlichen Quellpositionen infolge der Quellbewegung eignet sich die Berechnung und Mittelung im Frequenzbereich besonders gut für bewegte Schallquellen.

Mi. 16:40 CAP2-D Strömungsakustik von rotierenden Systemen II

Lokalisierung von Einzelschallquellen an Axialventilatoren mittels eines Mikrofonarray-Systems

Marc Schneider und Marius Lehmann

ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG

Die integrale Schallleistung eines Axialventilators setzt sich aus den Beiträgen verschiedener Einzelschallquellen zusammen. Daher ist es von Interesse, die Verteilung und Stärke der einzelnen Schallquellen auf den Schaufeln zu bestimmen. So kann abgeschätzt werden, welche Modifikationen zu einer Verringerung der Schallleistung führen können. Um die Verteilung der Schallquellen zu bestimmen, können neben numerischen CAA Simulationen auch Messungen mit Mikrofonarrays gemacht werden. Die Auswertung basiert dabei auf Beamforming-Verfahren. Bei der Fa. *ebm-papst* wird seit mehreren Jahren ein Mikrofonarray-System eingesetzt, mit welchem neben stehenden Quellen auch rotierende Quellen lokalisiert werden können. Verschiedene Modifikationen an einem Axialventilator werden untersucht. Dazu werden verschiedene Profilformen gefertigt, deren aerodynamische Kennlinien kaum voneinander abweichen. Die Schallleistung in Abhängigkeit des Betriebspunktes unterscheidet sich dagegen für die verschiedenen Prototypen. Durch die Untersuchung mit dem Mikrofonarray können für die verschiedenen Profilformen je nach Betriebspunkt unterschiedliche Schallquellen gefunden werden. Mit diesen Ergebnissen können die Unterschiede zwischen den akustischen Kennlinien erklärt werden. Im nächsten Schritt wird ein typischer Einbaufall des Axialventilators untersucht. Dazu wird ein Wärmetauscher saugseitig angebracht. Auch durch den Wärmetauscher hindurch können Schallquellen auf den Schaufeln des Ventilators gefunden werden.

Mi. 17:00 CAP2-D Strömungskustik von rotierenden Systemen II

Schallabstrahlung von Axialventilatoren mit kombiniert-gesichelten Laufradschaufeln

Florian Zenger und Stefan Becker

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

Die Schallabstrahlung von Axialventilatoren wird maßgeblich von der Ausführung der Schaufelsichelung bestimmt. Bei einer gleichförmigen, turbulenzarmen Zuströmung erwiesen sich bisher vorwärts gesichelte Ventilatoren im Vergleich zu rückwärts gesichelten Ventilatoren als geräuschärmer. Neben einer einseitigen Sichelung der Laufradschaufel gibt es Ansätze, die Laufradschaufeln mit einer Kombination aus Vorwärts- und Rückwärtsichelung zu gestalten. Um die aerodynamischen und akustischen Eigenschaften von solch kombiniert gesichelten Axialventilatoren zu bewerten, werden diese systematisch denen einseitig gesichelter Axialventilatoren gegenübergestellt. Für die experimentellen Untersuchungen wurden vier Ventilatoren mit identischer, radiusabhängiger, Arbeitsverteilung herangezogen: zwei einseitig gesichelte Ventilatoren mit rückwärts- bzw. vorwärts gesichelten Laufradschaufeln, ein Ventilator mit Vorwärtsichelung im Nabenhochbereich und Rückwärtsichelung im Blattspitzenbereich sowie ein Ventilator mit Rückwärtsichelung im Nabenhochbereich und Vorwärtsichelung im Blattspitzenbereich. Kennlinien- und Schallfeldmessungen wurden an einem Prüfstand nach DIN EN ISO 5801 durchgeführt. Die Ventilatoren waren dabei in ein kurzes Rohrsegment mit abschließenden Diffusor integriert. Die aerodynamischen Kennwerte der kombiniert gesichelten Ventilatoren erwiesen sich als vergleichbar mit den einseitig gesichelten Ventilatoren mit entsprechend identischer Sichelung im Blattspitzenbereich. Ein ähnlicher Sachverhalt war für die Gesamtschalldruckpegel und die Schalldruckspektren im und um den Auslegungspunkt zu beobachten. Die Ergebnisse zeigten, dass sowohl die aerodynamischen als auch die akustischen Eigenschaften von den untersuchten Axialventilatoren im Wesentlichen von der Schaufelsichelung im Blattspitzenbereich bestimmt werden.

Mi. 17:20 CAP2-D Strömungskustik von rotierenden Systemen II

An Experimental Parametric Study of Airfoil Trailing Edge Serrations

Farhan Ahmed Manegar^a, Elodie Thouant^b, Kevin Volkmer^a, Thomas Carolus^a und Isabelle Schmich-Yamane^c

^a*Universität Siegen*; ^b*École Centrale de Lyon*; ^c*Électricité de France*

Self-noise of an airfoil arises due to different mechanisms. In applications such as wind turbines the turbulent boundary layer interacting with the trailing edge is thought to be the dominant mechanism. In this study, a parametric study of add-on sawtooth type trailing edge serrations is carried out for trailing edge noise reduction. The main parameters which

are known to control the performance of this trailing edge serrations type are the height and width of the serration teeth (i.e. amplitude and wavelength, respectively). Several parameters have been investigated experimentally in an aero- acoustic wind tunnel at the University of Siegen on a Somers S834 airfoil section. These parameters include the two main parameters mentioned above as well as orientation, thickness and the side on the airfoil, where serrations are attached. The experimental results show a maximum noise reduction for thin, long and narrow serration teeth, attached on the pressure side and oriented along the wake of the airfoil.

Mi. 17:40 CAP2-D Strömungsaustik von rotierenden Systemen II

Messungen an einem Modell-Propellerprüfstand

Thomas Geyer^a, Ennes Sarradj^b und Peggy Winkler^a

^a*BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Technische Akustik;* ^b*TU Berlin, Fachgebiet Technische Akustik*

Propeller stellen eine sehr wirksame und energieeffiziente Art des Antriebs von Flugzeugen dar. Dies trifft vor allem für das Konzept von gegenläufigen Propellern zu. Nachteilig ist jedoch die hohe Schallentstehung, die sich vor allem durch sehr starke tonale Anteile bei der Blattfolgefrequenz und ihren Harmonischen äußert.

Um Untersuchungen der aerodynamischen Kräfte sowie der Schallentstehung von Propellern zu ermöglichen, sind Messungen an kleinskalierten Modellen in einem Propellerprüfstand eine zeit- und kosteneffiziente Alternative gegenüber Überflugmessungen. Im Rahmen einer Studie an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus wurde ein solcher Prüfstand konzipiert und aufgebaut. Zu diesem Zweck wurden sowohl aerodynamische als auch akustische Messungen an einer Reihe unterschiedlicher Modellpropeller durchgeführt. Die Messung der aerodynamischen Parameter erfolgte dabei mit Hilfe eines Mehrkomponenten-Kraftsensors, die Schallabstrahlung wurde mit Freifeldmikrofonen in der Propellerebene im Inneren eines aeroakustischen Windkanals gemessen. Im Beitrag werden Details zur konstruktiven Umsetzung des Prüfstands sowie Messergebnisse vorgestellt.

Sitzung „Loudspeakers“

Mi. 9:00 CAP2-F

Loudspeakers

Holographic Measurement of Sound Radiation Behaviour of Personal Device

Shuo He^{a,b}, Christian Bellmann^b und Wolfgang Klippe^b

^a*TU Dresden;* ^b*Klippe GmbH*

Personal devices like smart phones and tablets are gaining popularity in recent years. But there is no mature measurement method of the sound radiation behaviour of the personal devices. The traditional far field measurement is not applicable, because the personal devices are

usually working in the near field. With the holographic scanner from KlippeL we can obtain the 3D sound pattern in both near field and far field. The near field performance can be analysed according to various personal hearing zones. The measurement result can inspire new innovations in optimizing the hearing experience of the personal devices.

Mi. 9:20 CAP2-F

Loudspeakers

Holographic Measurement of Electroacoustic Transducers in a Baffle

Xiangqiong Zeng^{a,b}, Christian Bellmann^b und Wolfgang KlippeL^b

^a TU Dresden; ^b KlippeL GmbH

To measure electroacoustic transducers under standardized conditions, the device is usually mounted in a baffle, which avoids the acoustical shortcut between front and backward sound. Because of practical limitation of the baffle size, diffraction effects causes ripples in the frequency response. Especially at low frequencies the measurement is very inaccurate, because of both insufficient damping of the anechoic room (IEC602648-5) and limited dimensions of the baffle. A solution is the holographic approach, using spherical harmonics and Hankel functions to approximate the sound pattern in the near field. The measurement is conducted on multiple layers so both room reflections and diffraction can be separated from the direct radiation. In a word, with the holographic technique the baffle can be measured in a normal room without the traditionally known problems.

Mi. 9:40 CAP2-F

Loudspeakers

Fully horn-loaded public address loudspeaker system

Tomasz Nowak

TNA Tomasz Nowak

This paper contains results of work on tapped horns and their use as a low-frequency unit alongside traditional straight horn-loaded medium and high-frequency units in public address systems. The developed sub-woofer cabinets contain new type of folding and taper pattern. New solutions in presented design were dictated by the need for higher efficiency and lower harmonic and time-related distortion of output signal, even at very high SPL levels. Those substantial levels of generated acoustical energy are possible to achieve with the latest, "flagship" loudspeakers, developed by worldwide leaders of PA transducer production. Those speakers cannot show their full potential in simple direct-radiating and Helmholtz resonance based cabinets. Front-loaded bass horns also produce many undesirable features, such as substantial size and necessity of clustering for extended low frequency limit. Well designed tapped horn can be stripped from those disadvantages, while being almost as efficient as front-loaded horn. This type of sub-woofer has to have very high compression and mouth to throat surface area ratio, for achieving short decay time and excellent transient response, which is necessary

to merge it with traditional front-horn-loaded medium and high-frequency units.

Mi. 10:00 CAP2-F

Loudspeakers

Sensitivity of nonlinear distortion in loudspeakers to the change of parameters

Andrzej Dobrucki, Maurycy Kin und Piotr Otreba

Wroclaw University of Technology

Algorithms of reduction of nonlinear distortion in loudspeakers with DSP require the identification of the parameters. These parameters can be either linear, as the mass of membrane and voice-coil, stiffness of the suspension, mechanical and electrical resistances, inductance of the voice-coil and BI-factor; or nonlinear which describe nonlinearities of the compliance of suspensions, BI-factor and voice-coil inductance. If the loudspeaker is placed in an enclosure, the additional parameters which characterize enclosure should be taken into account. These parameters are e.g. acoustical compliance of the enclosure, acoustical mass and resistance of the canal. The identification of the parameters is always characterized by a uncertainty. When the parameters are identified incorrectly, the algorithm of reduction will give incorrect results and instead of reduction even the increase of distortion can occur. Then, the determination of sensitivity of nonlinear distortion to change of parameters is important. As the measure of the nonlinear distortion the coefficients of harmonic and intermodulation distortion have been defined. Their sensitivity as the function of frequency to the Thiele-Small parameters and normalized nonlinear parameters has been determined. The nonlinearities have been described with second-orders curves of displacement.

Mi. 10:40 CAP2-F

Loudspeakers

Impact of changes in the parameters of digital filters for loudspeaker nonlinear distortion using the broadband noise method

Rafal Siczek

General Tadeusz Kosciuszko Military Academy of Land Forces in Wroclaw

This article presents the continuation of tests on the measurements of the product of nonlinear distortion in dynamic loudspeakers with the use of digital filters. As demonstrated in the recent measurement sand the analysis of the results obtained on the tests on loudspeaker nonlinear distortions, the parameters of digital filters used in the broadband noise method affect significantly the obtained results. This research presents results of the tests with using Chebyshev's bandstop and bandpass filters of types I and II. These filters significantly improve the quality of the measurements of nonlinear distortions in a dynamic loudspeaker by the broadband noise method.

Mi. 11:00 CAP2-F

Loudspeakers

Vergleich eines elektromechanischen und eines statistischen Lautsprechermodells zur Prädiktion der Membranauslenkung

Maximilian Wolf, Daniel Beer, Andreas Männchen und Johannes Nowak
Fraunhofer IDMT

Elektrodynamische Lautsprecher verhalten sich bei großen Membranauslenkungen zunehmend nichtlinear. Dadurch wird der nutzbare Leistungsbereich u.U. deutlich eingeschränkt. Mit Hilfe einer Vorverzerrung des Eingangssignals ist es möglich, die Nichtlinearitäten aktiv zu kompensieren und somit die auftretenden Verzerrungsprodukte zu reduzieren.

Die dominanten Nichtlinearitäten elektrodynamischer Lautsprecher sind in erster Linie abhängig von der Schwingspulenposition. Daher benötigen gängige Feedforward-Verfahren zur Kompensation von Lautsprechernichtlinearitäten eine möglichst genaue Schätzung der Membranauslenkung. Übliche Methoden zu deren Prädiktion basieren auf elektromechanischen Lautsprechermodellen.

Untersucht wurde ein Verfahren, bei dem die Membranauslenkung anhand eines statistischen Lautsprechermodells geschätzt wird. Zur Vorhersage dient dabei ein Regressionsmodell, welches mittels Methoden des Maschinellen Lernens gebildet wurde.

Weiterhin wird ein elektromechanisches Zustandsraummodell vorgestellt, das um die Viskoelastizität der Membranauflängung erweitert wurde. Für beide Modelle werden die vorhergesagten mit gemessenen Auslenkungen (Laservibrometrie) verglichen. Darauf aufbauend erfolgt eine Gegenüberstellung beider Modelle hinsichtlich ihrer Vorhersagegenauigkeit.

Mi. 11:20 CAP2-F

Loudspeakers

Kombinierte lineare und nichtlineare Simulation eines elektrodynamischen Lautsprechers für Kopfhörer mit Hilfe einer modularen Simulationsumgebung, basierend auf der LEM und FEM

Tilman Koch

beyerdynamic GmbH & Co. KG

Elektrodynamische Lautsprecher können je nach Anforderung und Zielsetzung mit unterschiedlichsten Verfahren simuliert werden, wobei in dieser Arbeit der Fokus auf der LEM und der FEM. Es wird eine Modulare Simulationsumgebung dargestellt, in welcher die jeweiligen Vorteile der entsprechenden Simulationsmethode genutzt werden können. Hierbei kann für verschiedene Domänen je nach Anforderung die jeweilige Methode gewählt werden. Für detaillierte, die physikalische Realität abbildende, aber vor allem lineare Simulationen bietet sich hierbei die FEM an. Bei der LEM liegt der Fokus einerseits auf der einfachen Handhabung und Übersichtlichkeit der entsprechenden Parameter, andererseits auf der effizienten lichtlinearen Simulation. Des Weiteren bietet die FEM

hier die Möglichkeit lineare sowie nichtlineare Parameter für die LEM zu generieren.

Mi. 11:40 CAP2-F

Loudspeakers

Design-Methoden für Flachlautsprecher in der Flugzeugkabine

Benjamin Becker^a, Abderrazak Mejdi^b, Arnaud Caillet^c und Kay Kochan^a

^aZAL - Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung GmbH; ^bESI R&D USA; ^cESI GmbH

Die Beschallungsanlagen in Flugzeugen sind eine für die Zertifizierung des Flugzeugs relevante Komponente. Elektrodynamische Flachlautsprecher bieten vielfältige Vorteile für die Beschallung von Flugzeugkabinen. Zur Realisierung eines Flachlautsprechers wird ein elektrodynamischer Exciter auf die Rückseite einer bereits in der Kabine vorhandenen Oberfläche aufgebracht. Das akustische Design von Flachlautsprechern erfolgt gegenwärtig häufig nach der Methode Versuch und Irrtum. Dies erfordert das zeitaufwändige Produzieren und Testen vieler Varianten. Diese Studie hat das Ziel, die Charakterisierung von Flachlautsprechern zu systematisieren. Dazu wird eine geeignete Beschreibung des Exciters und des Paneels abgeleitet. Der Exciter kann durch ein mechanisches Ersatzschaltbild charakterisiert werden. Dieses lässt sich aus Messungen am Exciter ableiten. Das Panel kann durch Punkt- und Übertragungsadmittanzen beschrieben werden. Diese können sowohl durch Messungen als auch durch FEM-Simulationen bestimmt werden. Die Abstrahlung des Panels kann durch BEM-Simulationen berechnet werden. Die getrennte Charakterisierung der einzelnen Komponenten des Flachlautsprechers bietet den Vorteil, dass verschiedene Komponenten virtuell mit Hilfe von Simulationen miteinander kombiniert werden können. Dies vermindert den Zeitbedarf für den aufwendigen Bau und die Charakterisierung von Prototypen. Des Weiteren ermöglicht die Methode die Definition und Kontrolle von Anforderungen an von unterschiedlichen Zulieferern hergestellte Komponenten. Im Vortrag werden die verwendete Mess- und Simulationsmethode vorgestellt und erste Ergebnisse gezeigt.

Sitzung „Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung I“

Mi. 14:20 CAP2-F

Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung I

Klangtransformationen auf Basis des Modulation Power Spektrums

Thomas Mayr und Robert Höldrich

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

Mit dem Modulation Power Spektrum (MPS) können zeitliche und spektrale Modulationen eines Klangsignals sichtbar gemacht werden, wie dies bereits anhand von Sprache und einzelnen Instrumentalklangfarben gezeigt wurde. Dazu wird eine zweidimensionale Fouriertransformation (2D-FT) des Spektrogramms, i.e. des logarithmierten Betrages der Kurzzeit-Fourier-Transformation (STFT) berechnet. Aufgrund der

Umkehrbarkeit der Fourier-Transformation (FT) lässt sich das Signal aus dem MPS resynthetisieren, was verschiedene Klangveränderungen durch Modifikation in der MPS-Domäne erlaubt. Im Beitrag soll das MPS auf musikalische Klänge angewendet werden, um verschiedene Klassen von Manipulationsverfahren und deren Effekte auf das resynthetisierte Signal zu untersuchen. Dabei kommen Fensterung als Multiplikation mit einer t-f-Maske, Superposition als Addition einer t-f-Maske oder Re-Mapping als Verzerrung der t- bzw. f-Achse zum Einsatz. Als ein konkretes Ereignis kann zum Beispiel das Vibrato eines Sängers unabhängig von anderen klanglichen Parametern verändert werden. Die MPS-Berechnung und die entsprechende Signalresynthese können als Spezialfall einer mehrstufigen Kette von Signaltransformationen, konkret FT und Logarithmierung sowie deren Inversion, angesehen werden. Ein verallgemeinertes Modell einer solchen Transformationskette, das optional auf die Betragsbildung verzichtet, auch funktionale Wurzeln von Logarithmus und Exponentiation verwendet und damit die Möglichkeit der Klangmodifikation erweitert, wird vorgestellt.

Mi. 14:40 CAP2-F Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung I

Entwurf eines Decken-Mikrofonarrays für Sprachanwendungen unter besonderer Berücksichtigung der Wandleranordnung und des Beamforming-Verfahrens

Christian Mortsiefer und Jürgen Peissig

Leibniz Universität Hannover, Institut für Kommunikationstechnik

Mikrofonarrays verbessern die Sprachverständlichkeit in akustisch schwierigen Situationen. Durch die Ausbildung einer starken Richtwirkung können die Einflüsse von Störquellen und Raumreflexionen minimiert werden. Die vorliegende Arbeit behandelt diverse Varianten planarer Mikrofonanordnungen und deren Kombination mit unterschiedlichen Beamforming-Methoden. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf spiralförmigen bzw. spiralähnlichen Geometrien, die für den Delay-and-Sum, den Minimum-Variance-Distortionless-Response und für einen speziellen Fall des Filter-and-Sum Beamformers (Weighted-Least-Squares Optimierung) miteinander verglichen werden. Die Kombination mit dem höchsten mittleren Directivity Index ist eine Anordnung basierend auf mehreren Spiralarmen in Verbindung mit einem MVDR-Beamformer. Die Arbeit präsentiert Simulationen der zu erwartenden Richtwirkungen, sowie die akustische Evaluierung eines Grenzflächen-Prototypen. Durch einen subjektiven AB- Vergleich und die Bestimmung des Speech Transmission Index erfolgt eine abschließende Bewertung.

Mi. 15:00 CAP2-F Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung I

freeDSPx AMP x8: Ein kostengünstiges, quelloffenes Mehrkanal - Audioverstärkermodul

Tom Wühle, Simon Steiner, Sebastian Merchel und M. Ercan Altinsoy

TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik

Die zunehmende Systemintegration in modernen elektroakustischen Wiedergabesystemen erfordert häufig eine kombinierte Verarbeitung und Verstärkung von Audiosignalen. Komplexe und oft mehrkanalige Signalverarbeitungsaufgaben werden dabei typischerweise mit digitalen Signalprozessoren (DSPs) umgesetzt. Um robuste, schnelle und effiziente Systemlösungen zu erhalten, besteht eine der Hauptanforderungen an den zugehörigen Verstärker darin, ihn möglichst direkt und ohne zusätzliche Verarbeitungsstufen am DSP betreiben zu können. Eine weitere wichtige Anforderung ist Kosteneffizienz. Dieser Beitrag beschreibt die Konzeption und Implementierung eines entsprechenden mehrkanaligen Audioverstärkermoduls. Es stellt eine Erweiterung des quelloffenen freeDSP - Projektes am Lehrstuhl für Akustik und Haptik dar. Daher wurde die Bezeichnung "freeDSPx AMP x8" gewählt. Neben der vollständigen Kompatibilität mit den vorhandenen freeDSP Modulen kann das Verstärkermodul auch eigenständig oder in Kombination mit anderen kommerziell verfügbaren DSPs betrieben werden. Mögliche Einsatzgebiete reichen von aktiven Mehrwegeboxen, Systemen zur aktiven Lärmkompensation, Wiedergabesystemen in Anwendung der virtuellen Realität bis hin zur Ansteuerung komplexer Lautsprecherarrays. Gemäß der quelloffenen Ausrichtung des freeDSP - Projektes ist das freeDSPx AMP x8 Modul unter einer freien Lizenz veröffentlicht, welche dessen uneingeschränkte Nutzung und Weiterentwicklung erlaubt.

Mi. 15:20 CAP2-F Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung I

Zeit-veränderliche Fensterung

Peter Balazs

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

Um sowohl Zeit- als auch Frequenzinformation eines Audiosignals darzustellen, ist eine übliche Methode die der lokalisierter Fourier Transformation. Bei dieser Kurz-Zeit-Fourier-Transformation wird ein Teil des Signals mittels einer Fensterung ausgeschnitten und auf diesen Teil wird die Fourier-Transformation angewandt. Dies führt zu einer fixen Auflösung in der ganzen Zeit-Frequenz-Ebene. Erlaubt man hier jedoch die Veränderung des Fensters mit der Zeit, kann man die Zeit-Frequenz-Darstellung besser an das Signal oder bestimmte Signal-Klassen anpassen.

Hier zeigen wir, wie so eine Transformation realisiert werden kann, wie die Theorie der Rahmen (engl. Frames) dazu verwendet werden kann, um trotz dieser Adaptivität perfekte Rekonstruktion zu garantieren und wie Analyse und Resynthese effizient implementiert werden können. Wir

zeigen auch Filterbänke mit veränderlichen Filtern, die perfekte Rekonstruktion erlauben, die demselben Prinzip auf Frequenzseite angewandt entsprechen.

Mi. 15:40 CAP2-F **Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung I**

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 15:40 (CAP2-F); Poster-Forum: Mi. 16:00

Mi. **Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung (Poster)**

Ionenwindlautsprecher ohne Plasmaflamme

Sebastian Merchel, Lukas Creutzburg, Andreas Schwock, Tim Fleck und M. Ercan Altinsoy

TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik

Dieser Beitrag beschreibt das Konzept und den Bau eines Lautsprecherprototypen ohne bewegte Bauteile. Es handelt sich dabei nicht um den weit verbreiteten Ansatz auf Basis einer modulierten Plasmaflamme durch thermische Ausdehnung eine Schallwelle zu erzeugen. Das im folgende diskutierte Antriebsprinzip beruht auf einer grundsätzlich anderen Idee - der Modulation eines Ionenwindes. Dieser Wind kann beispielsweise durch eine hohe Spannung erzeugt werden welche zwischen einer scharfkantigen und einer abgerundeten Elektrode anliegt. An der kantigen Elektrode entsteht dabei eine hohe Feldstärke und es kommt zu Entladung durch Ionisation der Luft. Die Spannung muss dabei möglichst groß aber unter der Durchschlagsspannung der Luft liegen damit keine Funkenüberschläge auftreten. Die ionisierten Luftmoleküle werden anschließend im elektrischen Feld beschleunigt, kollidieren mit anderen Molekülen und erzeugen so einen Luftstrom. Dieser kann durch eine Wechselspannung moduliert und zur Schallabstrahlung genutzt werden. Dazu wurden verschiedene Elektrodenanordnungen untersucht. Das Ergebnis des Projektes ist ein funktionsfähiger Prototyp über welchen ein Audiosignal wiedergeben werden kann.

Mi. **Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung (Poster)**

Feature Extraction Toolbox for Transients (FETT)

Gaetano Andreisek und Bernhard Seeber

TU München, Audio-Signalverarbeitung

Die Feature Extraction Toolbox for Transients (FETT) ist eine in Matlab realisierte Toolbox, die schnell und robust temporale, spektrale und spektral-temporale Merkmale von Audio-Aufnahmen extrahiert. Dabei ist die Extraktion der akustischen Merkmale für transiente Schallsignale optimiert, welche durch einen quasi-instantanen Amplitudenanstieg und einen gedämpften Abklingprozess gekennzeichnet sind. Die Toolbox ermöglicht unter anderem das Abklingverhalten der Transienten mit verschiedenen Merkmalen zu charakterisieren.

Die Architektur der Toolbox erlaubt dem Anwender durch das unkomplizierte Einbinden eigens definierter Merkmale die Extraktion an die individuelle Problematik anzupassen. Weiterhin unterstützt die Toolbox die grafische Darstellung einiger vordefinierter, akustischer Merkmale. Die Feature Extraction Toolbox for Transients ist insbesondere für Anwendungen interessant, in denen transiente Schallsignale Träger von verwertbaren Informationen der Schallquelle sind - beispielsweise in der zerstörungsfreien Materialprüfung, dem Sound Quality Design oder der Raumakustik.

Mi. Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung (Poster)

Flachlautsprecher mit indirekter Schallabstrahlung

Daniel Beer^a und Lutz Ehrig^b

^a *Fraunhofer IDMT*; ^b *Schirmer GmbH Beratende Ingenieure*

Der Bauraum für Lautsprecher in TV-Geräten ist in den vergangenen Jahren verschwindend gering geworden. Manche Produktdesigns verlangen außerdem, dass in der Frontansicht weder Lautsprecher noch Schallführungen in Erscheinung treten. Der Lautsprecher kann demnach nur so eingebaut werden, dass er nicht direkt zum Hörer Schall abstrahlt. In diesem Beitrag wird anhand eines Demonstrators ein geeigneter Lösungsansatz vorgestellt.

Mi. Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung (Poster)

Rating Nonlinear Behavior in Acoustic Echo Control Scenarios

Ingo Schalk-Schupp^a, Patrick Hannon^a, Friedrich Faubel^a, Markus Buck^a und Andreas Wendemuth^b

^a *Acoustic Speech Enhancement Research, Nuance Communications Deutschland GmbH*; ^b *Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Chair of Cognitive Systems*

Nonlinear behavior in the amplifier of embedded audio systems remains a challenge in acoustic echo control. Echo cancellation or suppression methods are usually evaluated using the well-known echo return loss enhancement as a performance measure and the equally well-known total harmonic distortion to characterize the severity of the system's nonlinear distortion. However, the latter fails to capture nonlinear behavior under excitation signals with amplitude and frequency distributions different from that of a simple sine wave. We propose a novel nonlinearity measure and examine its usefulness in different scenarios in relation to existing measures. Also, we present an appropriate procedure that comprises the measurements and calculations necessary to determine the proposed measure. Finally, data obtained from measurement examples are presented and discussed.

Sitzung „Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung II“

Mi. 16:40 CAP2-F

Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung II

Schnelle tomographische Bestimmung der Temperaturverteilung im Gas von Hochöfen und Großfeuerungsanlagen mit Hilfe der interleaved sweep methodeGottfried Behler^a, Jan-Gerrit Richter^b und Sebastian Buzga^c^a Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen; ^b Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen; ^c IMI Z&J

Die Temperaturverteilung in Großfeuerungsanlagen und Hochöfen wird mit Hilfe akustisch durchgeföhrter Laufzeitmessung oberhalb der Schüttung im gaserfüllten Raum durchgeföhrt. Hierzu werden eine Anzahl N von Schallgeber/Empfänger-Kombinationen in einer Ebene oberhalb der Schüttung angeordnet, so dass ein Mesh aus Messstrecken entsteht. Aus den N(N-1) Paarungen kann dann die Temperaturverteilung mittels eines tomographischen Verfahrens gewonnen werden. Naturgemäß ist der Gasraum oberhalb der Schüttung von starken zeitlichen Schwan- kungen bezüglich der aufsteigenden Rauchgase betroffen, so dass man davon ausgehen muss, dass eine zeitlich verteilte Messung der einzel- nen Strecken zu einer fehlerhaften Berechnung der Temperaturverteilung führen muss, die evtl. stark von der tatsächlichen Verteilung ab- weicht. Die aktuelle Anlagentechnik verwendet pneumatisch angeregte Rauschbursts von ca. 2 s Dauer, so dass eine vollständige Messung z.B. bei N=8 ca. 20 s dauert. Um eine zuverlässigere und schnellere Mes- sung zu erreichen, wurde auf eine elektroakustische Anregung mittels Lautsprecher umgestellt, die mit zeitlich überlappenden Sweeps (inter- leaved sweep methode) arbeitet. Bei einem Versatz von z.B. 50 ms wäre eine Messzeit von ca. 2,5 s erreichbar. Das Verfahren sowie die dabei auftretenden Probleme und Lösungen werden vorgestellt. Eine erste Im- plementierung der Anlage wurde in einem Hochofen umgesetzt.

Mi. 17:00 CAP2-F

Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung II

Tone production of the Wurlitzer and Rhodes E-Pianos

Malte Münster und Florian Pfeifle

Universität Hamburg

Two idiomatic examples of electro-acoustical keyboards still in use are the Wurlitzer and the Rhodes E-Pianos. They are used in diverse mu- sical genres .Their unique sound shows distinct varieties in their timbre and decay characteristics. This is mainly due to their specific tone production. Here, a description and comparison of the tone producti- on mechanisms are presented based on measurements taken on both instruments. The measurements include high-speed camera measure- ment and tracking of the primary mechanical sound production mech- anisms as well as accelerometer and magnetic/electric field probe mea- surements. It is highlighted that the different timbre can be attributed to different characteristic pick-up systems of both instruments. In the ca- se of the Rhodes, characteristic sound properties emerge due to the

interaction of the mechanical motion of a small tine interacting with the magnetic field of the pick-up. In the case of the Wurlitzer a vibrating steel reed moves inside an electro-static field. The measurements are compared to a FEM model of the respective geometry showing good accordance with the proposed effect. A simplified physical model is proposed for both instruments along with a more complete physical model taking the geometry of the sound production mechanisms of both instruments into account.

Mi. 17:20 CAP2-F Elektroakustik und Audiosignalverarbeitung II

Aspects of addressing headphone transfer characteristics by loudness comparisons

Florian Völk

TU München & WindAcoustics UG

The transfer characteristics of an audio playback system with respect to a reference scenario can be addressed perceptually as follows: narrowband sounds at center frequencies covering the frequency range of interest are presented alternately by the system under test and the reference. Listeners are then instructed to adjust the level of the test sounds so that both systems are perceived equally loud. The resulting frequency-dependent correction levels have recently been termed loudness-transfer functions (LTFs). Two prominent LTFs are the target filter gains for free-field and diffuse-field equalization of headphones, where the reference scenario is a frontally-incident plane wave or a diffuse sound field, respectively. An aspect likely to be relevant when measuring LTFs involving headphones and another method of audio playback is the repeatedly-reported difference in auditory-canal sound-pressure level at equal loudness for headphone versus loudspeaker presentation. This contribution discusses LTFs measured with headphone-based binaural synthesis versus a loudspeaker reference. The results indicate that LTFs depend on the positions of the hearing sensations, especially when one of them is located inside the head. While this finding not necessarily invalidates the procedure, its implications must be taken into account when applying LTFs, for example as target filter gains for headphone equalization.

Sitzung „Virtuelle Akustik I“

Mi. 9:00 CAP2-H

Virtuelle Akustik I

Spherical Microphone Array Processing in Python with the sound_field_analysis-py ToolboxChristoph Hohnerlein^a und Jens Ahrens^b^a TU Berlin, Quality and Usability Lab; ^b Audio Technology, Chalmers University of Technology, Göteborg

The sound_field_analysis-py toolbox (short: sfa) started as a direct port of SOFiA toolbox by Benjamin Bernschütz et al., which performs analysis and processing of data captured with spherical microphone arrays. It was initially written in Matlab with several externals in C/C++ and published under the GNU GPLv3 license. We are working towards interfacing sound_field_analysis-py with other existing Python audio processing tools, such as the sound_field_synthesis-py (sfs) toolbox by Wierstorf and Spors, to leverage community efforts towards baseline implementations and reproducible research. We present the current state of development of the sound_field_analysis-py toolbox and elaborate on our vision. The sound_field_analysis-py toolbox is available at https://qulab.github.io/sound_field_analysis-py/.

Mi. 9:20 CAP2-H

Virtuelle Akustik I

Signal-Dependent Encoding for First-Order Ambisonic Microphones

Christian Schörkhuber und Robert Höldrich

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

First-order Ambisonic A to B format conversion for tetrahedral microphone array recordings is a popular means to obtain reasonable surround recordings in a format that does not require knowledge of the playback loudspeaker layout. Traditionally, assuming coincident cardioid microphones, the core of the conversion is a simple matrix operation that re-combines the raw microphone signals independent of the frequency. More generally, for a given microphone array, the transformation matrix typically resembles a constrained least-squares solution for the hypothesized or measured array manifold. If dedicated spherical arrays with high microphone densities are used, the error is insignificant in the frequency range of interest. For affordable tetrahedral arrays with larger diameters, however, the usable bandwidth strongly decreases, rendering traditional Ambisonic encoding for such arrays extremely problematic. In order to facilitate Ambisonic recording with affordable or custom-built tetrahedral arrays of high individual transducer quality, we investigate the applicability of adaptive transformation matrices to obtain an optimal A to B format conversion.

Mi. 9:40 CAP2-H

Virtuelle Akustik I

Converting hemispherical microphone array recordings

Hannes Pomberger und Franz Zotter

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

Hemispherical microphone array recordings which capture a 3D sound scene in an acoustic half-space bounded by a rigid plane allow for a representation in terms of even-symmetric spherical harmonics, only. However, this representation is non-isotropic as it includes the reflection by the rigid plane. Hence, a direct rendering of the recorded sound scene on a surrounding loudspeaker setup might exhibit direction-dependent panning artifacts which disturb the perceived spatial image. These artifacts arise due to the additional images sources caused by the reflecting plane. Conventional Ambisonics employs the full set of spherical harmonics which is an isotropic orthogonal basis on the sphere and includes both, even- and odd-symmetric spherical harmonics. In this article we propose a new method to reduce the artifacts of image sources by converting the even-symmetric representation to a full set of spherical harmonics. The conversion results are evaluated based on perceptually motivated performance measures estimating mislocalization as well as direction-dependent loudness and source-width variations.

Mi. 10:20 CAP2-H

Virtuelle Akustik I

Self-Calibration and Geometry Inference with Distributed Compact Spherical Microphone Arrays

Thomas Wilding und Christian Schörkhuber

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

In this work, the self-calibration and the room geometry inference problems are solved using distributed compact spherical microphone arrays. The acoustic signals used for calibration are assumed to be unknown, manually generated impulsive sounds (e.g. claps) produced at unknown spatial locations. The proposed method is based on the directions of arrival (DOA) and times of arrival (TOA) of direct sounds and first-order reflections, estimated independently for each microphone array. The DOA and TOA estimates are acquired using subspace and histogram techniques in the frequency domain. For the self-calibration task, a novel algorithm is proposed which solves the problem with a minimum number of microphone arrays and calibration sources equal to the number of dimensions of the desired model. The geometry inference capabilities are examined using algorithms specialized on arbitrary and rectangular geometries. The performance of the proposed method is evaluated using real-world data obtained by two measurements.

Mi. 10:40 CAP2-H

Virtuelle Akustik I

Analysis and Comparison of different Adaptive Filtering Algorithms for Fast Continuous HRTF MeasurementCamilo Klinkert Correa, Song Li und Jürgen Peissig*Leibniz Universität Hannover, Institut für Kommunikationstechnik*

Head-related transfer function (HRTF) is widely used for binaural sound reproduction over headphones. However, the acquisition of HRTFs using traditional measurement is usually a time-consuming task and can be only acquired at discrete directions. Recent work has shown, that the HRTF measurement can be speeded up and simplified via continuous acquisition by using an adaptive filter (identification of a time-variant system). With this method the traditional sampling and interpolation of many different positions can be avoided.

There are many different adaptive filter types suitable for system identification, therefore this work analyses and compares various adaptive filter algorithms like Least-Mean-Squares (LMS), Normalized-LMS (NLMS), Recursive-Least-Squares (RLS), etc. The goal of this work is to achieve faster convergence speed and low steady-state mean squared error. Thus, the convergence and tracking properties of these algorithms are analyzed and compared. This implies that time-invariant systems (fixed dummy head) as well as time-variant systems (continuously rotated dummy head) are evaluated for convergence speed and tracking capability, respectively. Furthermore, the noisy environment during measurements has to be considered. For this reason, it is necessary to simulate different additive noise levels to evaluate the algorithms' behavior under these adverse conditions.

Mi. 11:00 CAP2-H

Virtuelle Akustik I

Explicit Sound Field Synthesis Driving Functions in the Spatial DomainGergely Firtha und Peter Fiala*Budapest University of Technology*

Sound Field Synthesis (SFS) aims at the physical reproduction of an arbitrary sound field. To achieve this, a densely spaced loudspeaker ensemble, termed as secondary source distribution is driven by an appropriately derived driving function.

The explicit SFS driving functions for a linear loudspeaker ensemble can be formulated in the wavenumber domain, yielding the spatial domain driving functions in the form of an inverse Fourier transform. This solution is often referred as the Spectral Division Method (SDM).

The present article deals with the high-frequency evaluation of the SDM driving functions by applying the stationary phase approximation to the SDM Fourier integral. The approximation results in novel driving function formulation in terms of the target pressure field, measured on an arbitrary control curve. This is opposed to the well-known implicit Wave Field Synthesis formulation, requiring the gradient of the target field,

measured on the secondary source distribution. Applying the proposed driving functions allows the amplitude correct synthesis of an arbitrary target sound field along an arbitrary reference curve.

Sitzung „Virtuelle Akustik II“

Mi. 14:20 CAP2-H

Virtuelle Akustik II

Influence of the Listening Room on Spectral Properties of Wave Field Synthesis

Vera Erbes und Sascha Spors

Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

The derivation of most sound field synthesis techniques assumes an anechoic listening room. Without significant effort this cannot be fulfilled in practical installations.

As a consequence of the additional reflections imposed by the listening room, the synthesised sound field differs from the target sound field. This contribution discusses the implications of a reflective listening room on the sound field created by Wave Field Synthesis. A special focus is laid on spectral changes. Results from simulations using the image source model and measured room impulse responses of a multichannel loudspeaker array, both with varying wall absorption, are presented. From these simulations, conclusions on timbre and colouration are drawn. Room reflections smooth the comb filtering effects caused by spatial aliasing due to a discretised secondary source distribution. This can alleviate the system-induced colouration. In a small room, the excitation of single room modes by multiple loudspeakers may lead to an increase of energy at low frequencies. This overemphasises the low frequency range.

Mi. 14:40 CAP2-H

Virtuelle Akustik II

High spatial resolution binaural sound reproduction using a virtual artificial head

Mina Fallahi^a, Matthias Blau^b, Martin Hansen^a, Simon Doclo^c, Steven van de Par^d, Volker Mellert^e und Dirk Püschel^f

^a*Jade Hochschule Oldenburg*; ^b*Jade Hochschule Oldenburg, Inst. f. Hörtechnik u. Audiologie*; ^c*CvO Universität Oldenburg, Signal Processing Group*; ^d*CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'*; ^e*CvO Universität Oldenburg, AG Akustik*; ^f*Akustik Technologie Göttingen*

In Rasumow et al. [2016, IEEE TASLP, Vol. 24, pp. 215-225] it was shown that spatial directivity patterns of different individual binaural HRTFs can be synthesized using a single microphone array and individualized digital filtering. To determine the filter coefficients for the microphone array, a narrow-band least-squares cost function was minimized for a limited number of 24 horizontal directions, where the robustness against microphone position deviations and self-noise could be improved by imposing a constraint on the average white noise gain. As a result, a more robust performance was also obtained at intermediate directions that were not

included in the optimization, however at the cost of a general loss of synthesis accuracy. Here, we present a new approach by imposing limits on the synthesis error, resulting in a constrained optimization problem. Simulation results show that the synthesis error can be kept to less than 2 dB up to 8 KHz for a 2 degree resolution grid in the horizontal plane. In addition, the constraint-based approach appears to be well suited to optimize other system parameters such as microphone topology, and to extend the horizontal plane perception to the full 3-D space.

Mi. 15:00 CAP2-H

Virtuelle Akustik II

Influence of head-tracking on distance estimation of nearby sound sources

Christoph Pörschmann, Johannes M. Arend und Philipp Stade

Technische Hochschule Köln

Dynamic binaural synthesis serves as a powerful tool in the fields of psychoacoustic research, virtual environments or architectural acoustics. However, most systems are based on far-field HRTFs and therefore ignore the acoustical specifics of sound sources in the near-field. For nearby sound sources, ILDs, ITDs and spectral properties vary significantly and change when the head is moved.

In this study we performed a psychoacoustic experiment to analyze if head-tracking affects distance estimation of nearby sound sources. The test was split in two groups: One with and the other one without head-tracking. In the experiment we used sets of near-field HRTFs from a Neumann KU100 dummy head, measured at distances from 0.25 m - 1.5 m. Subjects were not trained in distance estimation of nearby sound sources, thus, they had to apply their life experience in hearing near-field sound sources.

We present preliminary results of the study which show that head-tracking does not significantly enhance distance estimation. On the contrary, we observed that the stimuli including head-tracking seemed to have a higher variance.

Mi. 15:20 CAP2-H

Virtuelle Akustik II

Subjective evaluation of a room compensated crosstalk cancellation system

Michael Kohnen, Jonas Stienen und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Audio reproduction methods for augmented virtual reality applications demand a non-encapsulating approach. Body-attached devices like headphones distract the user from natural perception of immersion. Additionally, headphones are limiting low frequency perception and natural acoustic communication between different users, hence loudspeaker reproduction is preferred when it comes to limited user spaces. However, loudspeaker based approaches are depending on the environmental

room acoustics. In previous presentations, a dynamic crosstalk cancellation system with early reflections compensation using an image source approach was investigated by the rather technical value of channel separation. Though theoretical investigations led to distinct results, actual measurements indicated that the channel separation value itself might not be sufficient to fully describe the perceived localization performance of the system as it is highly sensitive to background noise. To evaluate if the room compensation is beneficial for the localization performance, dummy head recordings were made that included a) crosstalk cancellation, b) crosstalk cancellation with room compensation and c) plane binaural reproduction with compensation of the direct transfer path to present different binaural stimuli. A listening test was conducted where these binaural recordings were played back using headphones to evaluate the subjective performance of the system under controllable conditions.

Mi. 15:40 CAP2-H

Virtuelle Akustik II

RAQI - Ein neues psychologisches Messinstrument für die akustische Wahrnehmung von Räumen für Musik und Sprache und seine psychometrische Qualität

Steffen Lepa, Stefan Weinzierl und Dmitry Grigoriev

TU Berlin, FG Audiokommunikation

In einem zweistufigen, qualitativ-quantitativen Verfahren wurde ein Messinstrument für die akustische Wahrnehmung von Räumen entwickelt. Zunächst wurde in 2015 durch eine Experten-Fokusgruppe aus dem Bereich der raumakustischen Forschung und Planung ein Konsens im Hinblick auf ein möglichst vollständiges Vokabular von Attributen zur Beschreibung raumakustischer Qualitäten erzielt. Mit diesem Inventar wurde ein großes Sample von 35 unterschiedlichen, durch dynamische Binauralsynthese generierten raumakustischen Umgebungen im Laufe des Jahres 2016 durch 190 Probanden unterschiedlicher Altersgruppen und Expertiseniveaus aus zwei unterschiedlichen Abhörpositionen bewertet. Zur Stimulusproduktion wurden in der Software RAVEN für alle Räume Datensätze von binauralen Raumimpulsantworten für die Anregung mit einem Sprecher, einem Soloinstrument und Symphonieorchester mit jeweils korrekter Richtcharakteristik erzeugt. Auf Grundlage der ermittelten Wahrnehmungseindrücke der Probanden zu den simulierten Räumen wurde nun eine ausführliche Analyse der psychometrischen Qualität des Messinstruments durchgeführt, um das Inventar im Hinblick auf Reliabilität, Diskriminationsfähigkeit und inhaltliche Redundanz zu evaluieren und optimieren.

Sitzung „Virtuelle Akustik III“Mi. 16:40 CAP2-HVirtuelle Akustik III**Modellentwicklung für die Auralisation von Industrieprodukten für 3D-VR-Anwendungen**Hannes Münch^a, Stefan-Georg Backhaus^a und Stefan Becker^b^a*Bosch Rexroth AG; ^bUniv. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentechn.*

Das virtuelle Prototyping ist als Bestandteil des Produktentstehungsprozesses weitverbreitet. Werden die Ergebnisse dieser Methoden in Virtual-Reality (VR)-Systeme übertragen, liegt der Fokus meist rein auf der visuellen Wahrnehmung. Um auch den Höreindruck von virtuellen Prototypen in einer möglichst frühen Entwicklungsphase präsentieren und bewerten zu können, sollen Maschinengeräusche anhand von geeigneten Modellen auralisiert und in eine visuelle 3D-VR-Technologie integriert werden. Hierfür werden durch Messung oder Simulation Daten zur Abbildung von Schallentstehung und Schallausbreitung benötigt. Am Beispiel des Lüfters einer Motor-Pumpen-Gruppe wird eine Vorgehensweise für die experimentelle Datengenerierung vorgestellt. Ausgehend von einer Richtcharakteristikmessung wird das Schallfeld des Lüfters durch aeroakustische Analogien mit idealisierten Näherungsmodellen approximiert, so dass durch eine einfache Beschreibung des Wellenfelds Daten in beliebiger räumlicher Auflösung vorliegen. Neben der Bestimmung der physikalischen Größen, die die Elementarstrahler beschreiben, werden weitere Parameter wie frequenzabhängige Orientierung der Quellen oder Auflösung des Frequenzspektrums untersucht. Bei der Bewertung der Vorgehensweise liegt der Schwerpunkt neben der perzeptiven Qualität vor allem auf dem spektralen Vergleich zwischen gemessenen und approximierten Schallfeld.

Mi. 17:00 CAP2-HVirtuelle Akustik III**Evaluation of the Impact of Spatial Aliasing on Perceived Spaciousness in Wave Field Synthesis**Jens Ahrens*Audio Technology, Chalmers University of Technology, Göteborg*

Wave field synthesis aims at creating wave fronts with a controlled curvature by means of dense loudspeaker arrays. While this is achievable in theory, practical implementations suffer from artifacts subsumed under the term spatial aliasing. This spatial aliasing occurs above a given frequency, which is typically in the order of 2000 Hz, and constitutes additional, spurious wave fronts that follow the main wave front. Previously published instrumental analyses suggest that the auditory system cannot reliably differentiate between spatial aliasing and early wall reflections so that spatial aliasing could potentially have an impact on the perceived spaciousness. We present the results of a user study on the matter.

Mi. 17:20 CAP2-H

Virtuelle Akustik III

Extension of the generalized tangent law for multiple loudspeakers
Matthias Frank und Franz Zotter*Kunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik*

Amplitude panning in the horizontal plane often relies on either simple mathematical models such as the tangent law or perceptual localizations on curves due to level differences between loudspeaker pairs. Several works about lateral loudspeaker pairs show that the amplitude in the back needs to be slightly enlarged to perceive the auditory event in the middle of the loudspeaker pair. Furthermore, the directional displacement of the auditory event from this position due to a small level difference is larger than it would be for a frontal loudspeaker pair. This behavior is reflected in the recent generalized tangent law as direction-dependent shift and slope. The present paper extends the generalized tangent law to amplitude-panning methods that use more than two loudspeakers to create a single auditory event, such as Ambisonics and Multiple-Direction Amplitude Panning.

Sitzung „Speech and Audio Quality I“

Mi. 8:40 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Modellierung der wahrgenommenen Audio- und Sprachqualität

Thomas Sporer und Judith Liebtrau

Fraunhofer IDMT

Zur Bewertung von Sprach- und Audiocodierungsverfahren wurden in der Vergangenheit Computermodelle erstellt, welche das Ergebnis von Hörtests simulieren sollen. Kern aller dieser Modelle sind psychoakustische oder physiologische Modelle des menschlichen Hörvorganges. Neben der akkurate Nachbildung des psychoakustischer Größen wie Maskierungsschwellen und Lautheit, spielt die (nichtlineare) Transformation dieser Größen auf eine Qualitätsskala eine entscheidende Rolle. Erst durch eine realitätsnahe Modellierung dieser kontextabhängigen menschlichen Urteilsbildung, können Computermodelle auch die menschliche Qualitätsbeurteilung treffsicher vorhersagen. Dieser Beitrag diskutiert die unterschiedlichen Ebenen der Qualität bei Sprache und Audio, die Rolle von externer bzw. interner Referenz in Bezug auf die Qualitätserwartung sowie die Methoden für Training und Verifikation der Transformation auf eine Qualitätsskala. Anhand von Beispielen wird gezeigt, dass die Ergebnisse von Messverfahren in nicht verifizierten Anwendungsbereichen eine eingeschränkte Aussagekraft haben.

Mi. 9:00 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Human Speech Intelligibility Measurements over VoIP ChannelsLaura Fernández Gallardo*TU Berlin, Quality and Usability Lab*

VoIP (voice over Internet Protocol) transmissions are able to deliver wideband (50-7,000 Hz) and super-wideband (50-14,000 Hz) voice, which brings manifold advantages over conventional narrowband speech (300-3,400 Hz). It has been found that, while perceived speech quality, speaker recognition, and automatic speech recognition performance are improved, also human speech intelligibility can benefit from the extended bandwidths. However, it still remains unclear whether the human intelligibility can be enhanced with super-wideband and full-band quality with respect to wideband, and whether it is significantly affected by coded-decoded speech. This paper presents an auditory test conducted with 30 participants where their intelligibility performance was assessed over 27 channels of different bandwidths, codecs, and bit rates. This test was based on a closed set of vowel-consonant-vowel logatomes with eight alternatives. Furthermore, it is shown that the subjective intelligibility scores can be well predicted by instrumental speech quality and intelligibility measures.

Mi. 9:20 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Auditory Assessment of Superwideband Echo ImpairmentsStefan Bleiholder und Frank Kettler*HEAD acoustics GmbH*

As speech transmission technologies advance, new types of impairments are introduced and existing impairment characteristics change. In order to anticipate the influence of superwide-band transmission, this contribution describes experiments to expand the scalable objective echo assessment method to the upcoming superwideband use case. Similar to the development of a perception based echo assessment model for narrowband and wideband, a third party listening test according to ITU-T P.831 was conducted judging the annoyance of residual echo disturbances on a five-point DCR scale in the superwideband context. Four different significant echo characteristics were varied for the listening examples, i.e. echo delay and attenuation, non-linear distortions and echo coloration. A total set of 180 conditions, i.e. 720 sentences, speech material of male and female speakers, was presented to 43 test subjects. The mean opinion scores acquired by this listening tests are analyzed and matched against the preliminary superwideband extended echo assessment method. Disturbances caused by narrowband, wideband and superwideband spectral echo content are directly compared.

Mi. 10:00 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Quality Aspects of Near-End Listening Enhancement Approaches in Telecommunication Applications

Robin Pricken^a, Marcel Wältermann^a, Eva Parotat^a, Michal Soloducha^b
und Alexander Raake^b

^a AVM GmbH; ^b TU Ilmenau, Institut für Medientechnik

To increase speech intelligibility in loud environments, various approaches for near-end listening enhancement (NELE) were published in the last years. Different studies dealt with comparisons of these approaches with regard to speech intelligibility. Algorithms that use dynamic range compression perform as one of the best in large-scale comparison challenges. In these challenges, no speech codecs are usually applied prior to enhancing the speech material. However, in modern telecommunication applications, which is the major use case for such techniques, the audio signal is normally always encoded at the far end and decoded at the near end, leading to audible degradation. While speech intelligibility assessment addresses the main goal of NELE, the associated speech quality is rarely investigated, and is of interest also when additional coding comes into play. In this paper we evaluate the listening speech quality resulting from the two components of a specific NELE approach using dynamic range compression and spectral shaping and a preceding speech coding with different codecs typically used in telecommunication systems.

Mi. 10:20 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Noise Robust Voice Activity Detection Based on an Iterative Approach

Gabriel Mittag, Friedemann Köster und Sebastian Möller

TU Berlin, Quality and Usability Lab

In this article, we present a new noise robust voice activity detection (VAD) for the application of speech quality estimation. Speech signals that are impaired by strong background noise contain frames with a high level of energy even if the speaker is silent (inactive). Because of this, traditional VADs often detect these silent segments as active. Consequently, quality indicators such as the background noise level are strongly underestimated. To overcome this problem, the proposed method exploits prior knowledge about the amount of speech pauses in the signal. The algorithm is based on the short term power of the signal and a simple iterative approach for finding the decision threshold. The iterative approach increases the threshold until a minimum number of frames is detected as silent. Thus, the method guarantees to find inactive segments even under extreme background noise conditions. To evaluate the method, the algorithm is applied to various databases and compared to other state-of-the-art VAD methods.

Mi. 10:40 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Sprachqualitäts-Modellierung: Von Konversations-Phasen über Gespräche bis zur DienstequalitätBenjamin Weiss, Sebastian Möller, Dennis Guse und Friedemann Köster*TU Berlin, Quality and Usability Lab*

Bei der Messung und Vorhersage von Telefon-Sprachqualität beschränkt man sich zumeist auf die Betrachtung der reinen Hörsituation. Durch Hörversuche können sowohl die Gesamtqualität als auch einzelne perzeptive Dimensionen quantifiziert und deren Ergebnisse anschließend durch Modelle geschätzt werden. Allerdings ist unklar, wie diese Messungen in der Hörsituation tatsächlich mit der Qualität eines interaktiven Gesprächs, oder gar mit der Dienstequalität zusammenhängen. In diesem Vortrag soll eine Kette von Modellen zur Erfassung der verschiedenen Beiträge gebildet werden. Ausgehend von perzeptiven Dimensionen der Hörqualität (z.B. Wältermann), sowie von Dimensionen der Sprech- und Interaktionsqualität (Köster), wird zunächst ein multidimensionaler perzeptiver Raum für die Einzelphasen (Hören, Sprechen, Interagieren) aufgespannt, für die jeweils ein separater Qualitätsschätzer gebildet werden kann. Um den Einfluss der einzelnen Phasen auf die Gesamtqualität zu gewichten bedarf es darüber hinaus einer Simulation von Konversations-Verhalten; bspw. mittels Agenda-basierter Modelle aus der Mensch-Maschine-Interaktion. Dabei ist für die Gesprächsqualität neben dem arithmetischen Mittelwert auch die schlechteste Phasen-Qualität entscheidend (Köster, Weiss). Eine Aggregierung von Gesprächsqualität aus wiederholten Gesprächen zur wahrgenommenen Dienstqualität kann dann durch langzeitige Mittelung und Gewichtung erfolgen (vgl. Guse und Möller). In der Summe ergibt sich somit eine Kette von Vorhersagemodellen von Einzelphasen zum gesamten Dienst. Im Vortrag werden hierfür Ideen aufgezeigt und Forschungslücken benannt.

Mi. 11:00 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Instrumental Assessment of Perceived Near-end Speech QualityJan Reimes*HEAD acoustics GmbH*

Communication in noisy situations may be extremely stressful for the person located at the near-end side. Since the background noise originates from their natural environment, it cannot be reduced for the listener. Thus, the only possibility to improve this scenario by means of digital signal processing is the insertion of speech enhancement algorithms in the receiving terminal. In previous work, a large auditory database was presented for evaluating the trade-off between speech quality and listening effort, which is correlated with speech intelligibility. A balance between speech quality and listening effort is desirable from the user's point

of view. While recent developments already indicate that the instrumental assessment of listening effort is possible, quality aspects have not yet been considered. Common quality assessment methods are not applicable in the given acoustic scenario since they are not designed for near-end speech enhancement and thus do not give reliable results for these approaches. This contribution presents possible approaches and results for the instrumental assessment of perceived near-end speech quality in noisy scenarios. The previously described auditory database is used for the evaluation of the proposed solution.

Mi. 11:20 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

A Perceptual Model for Speech Quality Impacted by Continuity Distortions

Jovana Vranic und Christian Schmidmer

OPTICOM

Models for predicting the integral perceptual quality of the transmitted speech represent a reliable way to measure the quality of the telecommunication networks. Even though the overall speech quality represents an easily understood measure, it does not provide enough information about the causes of the speech quality degradations. For that reason, models which predict individual dimensions of speech quality have been under development. Dimensions such as coloration, noisiness, continuity and loudness have been identified. The focus of the present paper is on the continuity dimension, which in previous studies have been shown to carry an important aspect in speech quality degradations. We analyze the influence of the different types of degradations on the continuity dimension of the perceived speech. Among others, the influence of the interruption rate and the interruption ratio in case of packet loss is investigated. The developed model for the continuity dimension was implemented in the POLQA algorithm for assessment of perceptual speech quality and tested on the different speech stimuli degradations.

Mi. 11:40 CAP2-K

Speech and Audio Quality I

Impact of Spatial Audio Presentation on the Quality of Experience of Computer Games

Timo Hedke^a, Jens Ahrens^b, Justus Beyer^a und Sebastian Möller^c

^a *TU Berlin*; ^b *Audio Technology, Chalmers University of Technology, Göteborg*; ^c *TU Berlin, Quality and Usability Lab*

We present the results of a user study on the influence of spatial audio presentation on the Quality of Experience (QoE) in computer games. The tested scenarios were three custom-designed scenarios of the game "Doom 3" played from a first-person point of view. Each scenario was presented to the subjects with stereo presentation through loudspeakers, the stereo signals played directly through headphones, and head-tracked binaural presentation over headphones. QoE as well as other perception-related quantities were measured using a set of questionnaires. 23 subjects participated in the study. The results show that

the increased amount of spatial information and spaciousness in head-tracked binaural presentation do not generally increase the quality of experience but have a scenario-dependent impact on some related perceptual quantities.

Sitzung „Speech and Audio Quality II“

Mi. 14:20 CAP2-K

Speech and Audio Quality II

Herausforderungen bei der Beurteilung der wahrgenommenen Qualität räumlicher Audiosignale

Judith Liebtrau und Thomas Sporer

Fraunhofer IDMT

Moderne räumliche Audiocodierungsverfahren nutzen objektbasierte Paradigmen. Audioobjekte bestehen dabei aus dem eigentlichen Audioinhalt (i.d.R. Mono- oder Stereosignale) und zugeordneten Metadaten (z.B. Dauer, Geschwindigkeit oder räumliche Eigenschaften). Ein wichtiger Teil der Metadaten ist die Position eines Audioobjekts in der Audioszene. Durch einen Audioprozessor, welcher Kenntnis über Anzahl und Position der tatsächlichen vorhandenen Lautsprecher im Wiedergaberaum hat, werden die Metadaten analysiert und entsprechende Ansteuersignale für die Lautsprecher berechnet. Das Schallfeld entsteht erst durch die Überlagerung der Signale aller Lautsprecher. Die Erstellung und Übertragung der Tonmischung ist somit unabhängig von dem Wiedergabesystem, was vorteilhaft gegenüber der klassischen kanalbasierten Tonmischung ist. Standardisierte Hörtestmethoden, wie z.B. MUSHRA, nutzen üblicherweise eine offene Referenz zur Beurteilung der Wiedergabequalität eines Systems. Diese Vorgehensweise erscheint für den Vergleich von objektbasierten Audiocodierungsverfahren ungeeignet. Eine solche Referenz wäre mit einem bestimmten Wiedergabesystem mit fester Lautsprecheranordnung verbunden, was jedoch einer flexiblen Wiedergabe über beliebige Lautsprecheranordnungen widerspricht. Auch ist die Wiedergabe eines Schallobjektes über einen (zusätzlichen) Referenzlautsprecher nicht zielführend. Zum einen unterscheidet sich der Klang eines Einzellautsprechers von einem synthetisierten Schallfeld, zum anderen können damit keine bewegten Schallobjekte bewertet werden. Dieser Beitrag diskutiert die Probleme der Qualitätsbewertung und zeigt verschiedene Alternativen jenseits der standardisierten Methoden auf.

Mi. 14:40 CAP2-K

Speech and Audio Quality II

Development and Evaluation of Methods for the Synthesis of Binaural Room Impulse Responses based on Spatially Sparse Measurements in Real Rooms

Christina Mittag (DEGA-Studienpreisträgerin 2017), Stephan Werner und Florian Klein

TU Ilmenau, Institut für Medientechnik

The background for this research is the development of an interactive audio system for a moving listener. It shall be capable of auralizing a real room enriched with auditory perceivable objects by using measured binaural room impulse responses (BRIRs). In order to reduce the costs for the realization of this system, the number of required BRIRs measured in the real room needs to be minimized. For this purpose, synthesis methods are developed that use measurements from one to three positions in the room to generate new BRIRs at defined positions. They make use of adjustment of the perceived distance and spatial interpolation of the BRIRs. By using the synthesized BRIRs for the auralization, spatial subsampling could be avoided and the number of measurements could be reduced. The synthesized BRIRs are compared to measured ones with respect to their technical applicability. Furthermore, a listening test is conducted to analyze the sound quality, the externalization and the number of front- back confusions of the synthesis results in comparison to the measured BRIRs. The tests display a satisfying sound quality and a correlation between the quality of the synthesis results and the combinations of source positions, synthesis positions and measurement positions.

Mi. 15:00 CAP2-K

Speech and Audio Quality II

Sound quality research with TWO!EARS

Alexander Raake^a, Hagen Wierstorf^b, Christoph Hold^c und Janto Skowronek^a

^a TU Ilmenau, Institut für Medientechnik; ^b Filmuniversität Babelsberg KONRAD WOLF; ^c TU Berlin

The paper presents an overview of the work conducted in the EC-funded FET-Open project TWO!EARS. Starting from general considerations of audio quality assessment, the overall TWO!EARS system architecture as available at the end of the project is presented (www.twoears.eu). The open-source testbed framework enables the scenario-based testing of different bottom-up and top-down auditory modelling modules in the context of differently complex auditory perception and scene analysis tasks. Here, sound quality assessment represents one of the proof-of-concept applications. The paper provides a summary of the different sound quality assessment campaigns conducted in the project. These started with a sound-quality paradigm based on localization and coloration for different audio reproduction and sound-field synthesis techniques such as stereo and Wave Field Synthesis. For the assessment of sound quality

in terms of preference for different system configurations, the problem of appropriate reference signals was addressed by creating dedicated mixes. For these, different parametric settings of individual mixing steps were used. The resulting mixes were assessed in different tests using a paired-comparison preference paradigm with presentation over different spatial audio reproduction systems. The test results and available modelling approaches are discussed, as well as future research to be carried out using the TWO!EARS modelling framework.

Mi. 15:20 CAP2-K

Speech and Audio Quality II

Popmusik und Wellenfeldsynthese: Der Einfluss der Tonmischung

Christoph Hold^a, Hagen Wierstor^b und Alexander Raake^c

^a TU Berlin; ^b Filmuniversität Babelsberg KONRAD WOLF; ^c TU Ilmenau, Institut für Medientechnik

Der Prozess der Tonmischung ist ein häufig unterschätzter Arbeitsschritt in der Produktion von Populärmusik und Content. Diese Phase prägt den Klangeindruck maßgeblich und wirkt sich auf vielen verschiedenen Ebenen aus, somit auch auf die wahrgenommene Qualität oder Präferenz der ZuhörerIn. Aktuell rückt dieses Thema wieder verstärkt in den Fokus, besonders im Kontext von objektbasiertem Audio. Dieser Beitrag untersucht verschiedene übliche Bearbeitungen wie Entzerrung, Kompression und Hall bezüglich ihrer quantitativen Auswirkung auf Präferenz. Als Vergleich wird das Umschalten des Wiedergabesystems zwischen Stereo, Surround und Wellenfeldsynthese (WFS) gegenübergestellt. Die in einer Vorstudie erstellte Referenzmischung erzielte wiedergegeben mittels WFS die höchste systemabhängige Präferenzbewertung. Ausgehend von dieser Referenz, dienen die zugrundeliegenden Einzelsignale des Pop-Stückes als Ausgangspunkt für die folgenden skalierten Parameteränderungen.

Wie bereits in ähnlichen Studien im Stereokontext, zeigen sich auch in WFS signifikante Auswirkungen des Mixingprozesses. Dabei erzeugen allerdings die jeweiligen Bearbeitungen eine unterschiedliche Effektstärke auf Präferenz und auch eher subtil scheinende Eingriffe, wie unter Umständen Kompression, erweisen sich als wirksam. Der Effekt auf die Präferenzbewertung hervorgerufen durch die Tonmischungen ist vergleichbar mit jenem hervorgerufen durch die Wiedergabesysteme.

Mi. 15:40 CAP2-K

Speech and Audio Quality II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Speech and Audio Quality (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 15:40 (CAP2-K); Poster-Forum: Mi. 16:00

Mi.

Speech and Audio Quality (Poster)

Creating realistic stimuli for testing subjective speech transmission quality in noisy conditionsMichał Soloducha^a, Alexander Raake^a, Stefan Bleiholder^b, Jan Reimes^b
und Frank Kettler^b^a TU Ilmenau, Institut für Medientechnik; ^b HEAD acoustics GmbH

In this study, subjective listening test results are reported where quality of speech transmission in silent and noisy environment conditions are addressed. The aim was to design a laboratory experiment in a way that it reflects the real-life scenarios as precisely as possible. For this reason, a range of recordings and impulse response measurements have been performed with real VoIP terminals and mobile phone mockup mounted on a dummy head. The environmental noise was simulated with the loudspeaker system and the noise recordings according to ETSI TS 103 224. The existing Lombard speech database served as the basis for speech stimuli (Sołoducha et al., DAGA 2016). Moreover, different noise suppression techniques were applied to the stimuli. The listening test has been conducted following ITU-T Recommendation P.835. This paper presents the experimental results and discusses the influence of realistic conditions and speech data in quality testing.

Mi.

Speech and Audio Quality (Poster)

Modeling the Overall Conversational Quality Based on the Identified Underlying Perceptual Quality DimensionsFriedemann Köster und Sebastian Möller

TU Berlin, Quality and Usability Lab

Speech telecommunication systems are usually used by two interlocutors engaging in a conversation. In this context, evaluating the quality of conversational speech is important for system developers to assess their services. In addition, the quality of conversational speech respects all quality elements of telecommunication systems and thus considers listening, speaking, and interactive impairments. In contrast, it is not enough to provide information about the overall conversational quality, but also to provide diagnostic information in terms of pointing out sources for possible low quality ratings. For this, a conversation is separated into three individual conversational phases (listening, speaking, and interaction), and for each phase corresponding perceptual quality dimensions were identified. We present the linear combination of subjective dimension scores to determine the quality of each conversational phase, and the qualities of the three phases, in turn, are combined for overall conversational quality modeling. The developed model shows to provide reliable results on the available data and gives insights into the relation between perceptual quality dimensions, conversational phases, and the overall

conversational quality. The presented model forms the basis for developing new instrumental diagnostic conversational quality models and allows deeply analyzing conversational speech quality for diagnosis and optimization of telecommunication systems.

Mi.

Speech and Audio Quality (Poster)

Dataset of Binaural Room Impulse Responses at Multiple Recording Positions, Source Positions, and Orientations in a Real Room

Stephan Werner, Martina Böhme, Christina Mittag und Florian Klein

TU Ilmenau, Institut für Medientechnik

The contribution presents a data set of binaural room impulse responses (BRIRs) recorded in a real office-like room. The BRIRs are recorded with a head and torso simulator at twenty-five positions for two sound source positions. At each recording position a 360° measurement with 5° angle resolution in the horizontal plane is conducted. The several BRIRs describe the position-dependent acoustical properties of the room. The BRIRs are freely available for further research. As an example, the dataset is used as basis for synthesis and evaluation of new BRIRs in the room. In an own work, new BRIRs are calculated via interpolation and extrapolation techniques. The used algorithms and an evaluation can be found in the DAGA 2017 paper "Development and Evaluation of Methods for the Synthesis of Binaural Room Impulse Responses based on Spatially Sparse Measurements in Real Rooms".

Sitzung „Speech and Audio Quality III“

Mi. 16:40 CAP2-K

Speech and Audio Quality III

Towards the Development of Preference Models accounting for the Impact of Music Production Techniques

Janto Skowronek^a, Lukas Nagel^b, Christoph Hold^c, Hagen Wierstorf^d und Alexander Raake^a

^a*TU Ilmenau, Institut für Medientechnik; b TU Berlin, Telekom Innovation Laboratories; c TU Berlin; d Filmuniversität Babelsberg KONRAD WOLF*

Typical research on the quality of speech and audio technology concerns the impact of system characteristics on the signals, and is often focusing on the transmission and reproduction side. However, less work is reported on the influence of the content creation phase on the quality that the listener is experiencing in the end. This contribution aims to obtain more insights into this rather new area within the Quality of Experience domain. For that purpose, the authors present a feasibility study on the modeling of user preference ratings for different music production techniques. In previous work, different mixes (in terms of compression, equalization, reverb and positioning) of the same popular music piece were generated and user preference ratings in form of paired comparisons were collected. The present contribution continues this work by investigating a number of modelling approaches that predict the preference ratings for the different music mixes. While a general feasibility for

such models can be shown, a main limitation of this work is the currently very limited amount of available material for robust modeling.

Mi. 17:00 CAP2-K

Speech and Audio Quality III

Kann durch das Tonkanalformat 3.0 die Sprachverständlichkeit im Fernsehen verbessert werden?

Theresa Liebl^a, Simon Heinz^b und Christian Hartmann^a

^a*Institut für Rundfunktechnik GmbH; ^bTechnische Hochschule Deggendorf*

Bei den Bemühungen die Sprachverständlichkeit im Fernsehen zu verbessern wird auch die Einführung eines Tonkanalformats 3.0 diskutiert. Bei einer gelungenen 3.0 Mischung sollte der Center-Kanal möglichst ausschließlich, oder größtenteils Sprache enthalten. Nach ersten Einschätzungen könnte allein hierdurch eine verbesserte Sprachverständlichkeit auf geeigneten Wiedergabesystemen gewährleistet werden. Um zu evaluieren welche Auswirkungen auf die Sprachverständlichkeit dieses Format bei den Zuschauern zu Hause wirklich hat, wurden verschiedene Vergleichstest durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen wurde die Sprachverständlichkeit von 3.0-Signalen auf verschiedenen Wiedergabesystemen verglichen. Darunter fallen verschiedene Soundbars und 3.0-Lautsprecheraufstellungen. Außerdem wurde die Bedienbarkeit der verschiedenen Systeme für den Konsumenten untersucht. Ein Aspekt dabei war auch die manuelle Steuerung der Lautstärke des Center-Kanals. Ziel der Untersuchungen war es festzustellen, ob das 3.0-Format eine Verbesserung der Sprachverständlichkeit bewirkt und welche Wiedergabesysteme in diesem Kontext am besten geeignet sind.

Sitzung „Schießlärm I“

Mi. 8:40 CAP3-HS1

Schießlärm I

Akustik der Waffenknalle - Eine Einführung

Karl-Wilhelm Hirsch

Cervus Consult GmbH

Zu den Schießgeräuschen gehören alle Schalle, die beim Schießen und Sprengen entstehen. Im Bereich des sportlichen, jagdlichen und polizeilichen Schießens stehen Handwaffen im Vordergrund. Aber auch die Knalle von Feuerwerken spielen grundsätzlich eine Rolle. Beim militärischen Schießen kommen großkalibrige Waffen, Raketen und Sprengungen aller Art hinzu. Im Lärmschutz sind in der Regel lediglich der Mündungsknall, der Explosionsknall und der Geschossknall von Bedeutung; Fluggeräusche von unterschalligen Geschossen oder Raketen aber auch der Einschlagknall (jagdlich der Kugelschlag) spielen eine untergeordnete Rolle. Alle Knalle sind hochenergetische breitbandige stark gerichtete Schallimpulse. Im Nahbereich der Quelle gelten die Näherungen der linearen Akustik nicht. Dennoch gelingt es einfachen

Energiemodellen, Signalform und Quellstärke der Knalle häufig hinreichend zuverlässig vorherzusagen. Dies gilt von Kleinkaliberwaffen bis hin zu den Bordkanonen von Panzern und Haubitzen, für kleinste Simulationssprengungen bis hin zu schweren Bomben. Das gilt nicht für die ausgeprägte Richtcharakteristik von Mündungsknallen. Da sind komplexe innenballistische Modelle erforderlich. Die entscheidenden Normen im Zusammenhang mit der Messung und Beschreibung von Schießgeräuschen sind die DIN EN ISO 17201 für Handwaffen und die ISO 17474 für großkalibrige Waffen. Der Beitrag führt in die Akustik der Waffenknalle ein. Ihre Besonderheiten werden anhand von Beispielen vorgestellt und erläutert.

Mi. 9:00 CAP3-HS1

Schießlärm I

Akustik der Waffenknalle - Entstehung und Ausbildung der Signalformen

Till Kühner

Cervus Consult GmbH

Als Knall wird ein sprunghaftes Ansteigen des Schalldrucks bezeichnet. Ursache ist in der Regel sehr schneller Druckanstieg an der Quelle. Bei ausreichend hohem Druck breitet sich dieser nicht mehr als Druckwelle mit Schallgeschwindigkeit aus, sondern als Stoßwelle mit Überschallgeschwindigkeit. Der Bereich der eigentlichen, linearen Akustik ist damit verlassen, die nichtlinearen Effekte dominieren die Druckausbreitung bis der Druck ausreichend gefallen ist, um sich wieder mit Schallgeschwindigkeit auszubreiten. An diesem Punkt ist das Quellsignal ausgebildet, die Schallausbreitung im Sinne der klassischen Akustik beginnt.

Der Beitrag stellt für den Fall der Explosion, des Mündungsknalls und des Geschossknalls die Entstehung und Ausbildung der verschiedenen Signalformen vor.

Mi. 9:20 CAP3-HS1

Schießlärm I

Das Geschossknallmodell der ISO 17201-2: Prognose und Messung

Mattias Trimpop^a und Olaf Bee^b

^a*IfL Institut für Lärmschutz GmbH*; ^b*DEVA*

Die ISO 17201-2 enthält neben dem Mündungsknallmodell ein Geschossknallmodell. Bisher wird in vielen Prognosen der Geschossknall nicht betrachtet, da davon ausgegangen wird, dass der in der Regel der Geschossknallanteil zu vernachlässigen ist. Anhand von verschiedenen Waffen werden die Immissionsprognosepegel für die Mündungsknalle und Geschossknalle zunächst untereinander und auch mit realen Messdaten verglichen. Es zeigt sich, dass sich für Gewehre und Pistolen ein sehr unterschiedliches Bild ergibt. Während bei Gewehren der Geschossknallanteil nur im nahen Immissionsbereich maßgeblich ist, kann dieses bei Pistolen im gesamten Geschossknallfeld bis zu größeren Entfernung hin der Fall sein. Weiterhin werden Messungen zum

Geschossknallanteil von Schrotmunitionen vorgestellt, die zeigen, dass das Geschossknallmodell der ISO 17201-2 unter bestimmten Annahmen auch für die Prognose des Geschossknalls von Schrotmunition angewandt werden kann.

Mi. 9:40 CAP3-HS1

Schießlärm I

Immissionsschutz beim Betrieb von Schießplätzen der Bundeswehr

Bernd Wiedemann^a, Thomas Daniel^{b,a} und Karl-Wilhelm Hirsch^c

^a*Bundesministerium der Verteidigung;* ^b*Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr;* ^c*Cervus Consult GmbH*

Das Bundesministerium der Verteidigung hat in der Grundsatzweisung für den Umweltschutz der Bundeswehr vorgegeben, Zitat: "Umweltschutz ist Bestandteil aller Planungen und Handlungen der Bundeswehr in Erfüllung ihres Auftrags." ..."Die Bundeswehr hat als staatliche Organisation die Pflicht, das Umweltrecht und die umweltpolitischen Vorgaben der Bundesregierung vorbildlich zu erfüllen. Sie bemüht sich um umweltgerechtes Planen und Handeln auch dort, wo rechtliche und politische Vorgaben dieses - noch - nicht fordern". Nicht zuletzt aus dieser Grundsatzweisung folgt das starke Engagement der Bundeswehr und der Streitkräfte, den Lärmschutz auch durch organisatorische Änderungen nach den Motiven des Bundes-Immissionsschutzgesetz (BlmSchG) voranzutreiben. Die Bundeswehr betreibt auch Anlagen, bei denen besondere Geräuschquellenarten wie das Schießen mit großen Waffen und das Üben mit schwerem Gerät oder auch das Schießen mit Handwaffen, wesentlich zur Lärmbelastung in der Nachbarschaft betragen können. Hier werden besondere Konzepte und Vorgaben zur Messung und Beurteilung des Lärms sowie zum einheitlichen Umgang im Rahmen des rechtskonformen Betriebs von Anlagen nach dem BlmSchG erforderlich. Mit Blick auf die Besonderheiten, fördert die Bundeswehr zusätzlich nachhaltig die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet des Lärmschutzes. Der Beitrag gibt einen Überblick über den Lärmissimmissionsschutz bei der Bundeswehr.

Mi. 10:20 CAP3-HS1

Schießlärm I

Regelwerke und Werkzeuge der Bundeswehr für Schießlärm

Thomas Daniel^{a,b}, Bernd Wiedemann^b und Karl-Wilhelm Hirsch^c

^a*Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr;* ^b*Bundesministerium der Verteidigung;* ^c*Cervus Consult GmbH*

Auf den Schießplätzen der Bundeswehr, insbesondere auf den Truppenübungsplätzen, wird mit großen und kleinen Waffen ausgebildet und geübt. Die einschlägigen Regelwerke des Immissionsschutzes reichen nicht aus oder sind nicht anwendbar, um den dabei entstehenden Schießlärm sachgerecht und Sinne der Motive des Bundes-Immissionsschutzgesetzes zielführend zu beurteilen. Ähnliches gilt auch

für die Prognose des Schießlärms von Standortschießanlagen, auf denen ausschließlich mit Handwaffen geschossen wird. Im Beitrag werden zunächst die verschiedenen Arten von Schießplätzen der Bundeswehr vorgestellt und ihr Nutzungskonzept erläutert. Danach werden der grundsätzliche Aufbau der bundeswehr-eigenen Regelwerke sowie der durch die Umweltministerkonferenz den Bundesländern zur Anwendung empfohlene "Leitfaden für die Genehmigung von Standortschießanlagen" diskutiert. In diesen Regelwerken sind auch Messverfahren festgelegt, die für die Emissionsmessung von Waffenknallen und für die Immisionsmessung anzuwenden sind. Der Vortrag schließt mit einem Überblick über die Programme, welche die Bundeswehr nutzt, um ein Lärmmanagement durchzuführen und um bauliche Schallschutzmaßnahmen auszulegen.

Mi. 10:40 CAP3-HS1

Schießlärm I

Bau und Betrieb einer offenen Schießstätte

Bernd Soens

SSV Büro

Offene Schießstätten für Schusswaffen mit Kalibern größer .22 l. r. sind genehmigungsbedürftige Anlagen nach § 4 BImSchG.

Schießstätten, mit einem oder mehreren Schießständen, werden nach sportlichen oder jagdlichen Regelwerken sowie im historischen Schießen mit Kurz- und Langwaffen genutzt. Jeder Schießstand ist so zu errichten oder wesentlich zu ändern, dass die Anlage dem Stand der Sicherheitstechnik entspricht (Forderung nach Waffenrecht). Eingesetzte Bauprodukte beispielsweise zur Reduzierung der Schallausbreitung, müssen diesem Standard genügen.

Im Genehmigungsverfahren zum Errichten fordert die Behörde eine Schallimmissionsprognose. Bereits in der Entwurfsplanung müssen der Gutachter für Schallschutz und der Schießstandsachverständige eng zusammenarbeiten, damit die unterschiedlichen Aufgabenfelder aufeinander abgestimmt sind. Die Bewertung des Abprallverhaltens von Geschossen erfordert zum Teil tiefgreifende ballistische Kenntnisse.

Das Flintenschießen auf Wurfscheiben bedingt zunehmend aus zivilrechtlichen Gründen aber auch aus Gründen des Boden- und Gewässerschutzes eine Begrenzung der Flugweite der Schrote durch Schrotfang. Dieser Schrotfang (beim Trap-Schießen maximal 27 m hoch) hat wesentliche Auswirkungen auf die Schallausbreitung und Richtcharakteristik. Der bauliche Schallschutz auf Schießständen für den so genannten Kugelschuss bietet wegen des stets gleichgerichteten Schießens wesentlich größere Möglichkeiten, als auf Schrotschießständen. Der Beitrag geht insbesondere auf das Abprallverhalten von Einzelschossen und daraus resultierender Sicherheitsmaßnahmen ein (z. B. Hoch- und Tiefblenden).

Mi. 11:00 CAP3-HS1

Schießlärm I

Die Schallausbreitungsmodelle für Waffenknalle in PROPPER

Jürgen Zangers

IfL Institut für Lärmschutz GmbH

Die Programmsuite PROPPER® wurde im Auftrag des Bundesministeriums der Verteidigung als Werkzeug für die Berechnung der Schallausbreitung für Mündungsknalle von Handfeuerwaffen entwickelt. Die für die Ausbreitungsrechnung relevanten Module sind PROPPER-Ranger und PROPPER-Propagater. Die Prognose-Größe ist in beiden Modulen die akustische Energie.

Der Ranger berechnet eine Ersatzschallquelle für den Mündungsknall in einer Schießanlage. Mit Hilfe eines dreidimensionalen Strahlenverfolgungsalgorithmus wird die Schallausbreitung des Mündungsknalls einer Handfeuerwaffe in der geometrisch und akustisch komplexen Schießanlagen- bzw. Schießstandgeometrie abgebildet. Bei der Modellierung der physikalischen Phänomene (Reflexion, Beugung, ...) werden die Besonderheiten der Schießgeräusche, ihre ausgeprägte Richtcharakteristik und ihre Impulshaftigkeit berücksichtigt. Der Ranger rechnet mit Dreiecksstrahlen, so genannten "Zelten". Im Schießstand wird grundsätzlich mit geraden (nicht gekrümmten) Strahlen gerechnet (ruhender Luftkörper mit konstanten Kenngrößen). Das Beugungs-Modell im Ranger basiert auf dem Ersatzschallquellen-Modell für Kantenbeugung von Impulsschall von Svensson. Der Ranger erfüllt die Testaufgabe nach DIN EN ISO 17201-3.

Der Propagater berechnet die Schallausbreitung außerhalb der Schießanlage bei gegebener Atmosphäre (3D-Windvektorfeld, 3D-Skalarfelder für die Temperatur und Luftfeuchtigkeit). Die Ausbreitungsberechnung unterliegt dabei nicht den Abstands- und Signalbeschränkungen der DIN ISO 9613-2. Insbesondere setzt sie auch keinen konstanten (5 km) Krümmungsradius der Schallstrahlen voraus. Das zugrunde liegende Ausbreitungs-Modell basiert auf dem Konzept des "Wellenfront Ray-Tracings" von Pierce.

Mi. 11:20 CAP3-HS1

Schießlärm I

Influence of weather conditions on immision levels near an outdoor shooting range

Anne-Catherine Witsel und Francis Moiny

UMONS

This study aims to analyse the combined influence of weather conditions and position on perceived noise in the vicinity of an outdoor shooting range. Both acoustic and meteorological data from different measurement campaigns were used. For similar wind speeds, wind direction component in the receiver direction was found to be well correlated with the mean shooting noise exposure level. This correlation depends on the measurement position since the directivity of firearms and the effect of

firing sheds on the sound propagation. The noise annoyance rating levels were calculated and compared to the existing legislation.

Mi. 11:40 CAP3-HS1

Schießlärm I

Langzeitmessungen in der Umgebung von Schießanlagen

Mattias Trimpop

IfL Institut für Lärmschutz GmbH

In einer Langzeitmessung wurden über zwei Monate Immissionspegel von Schießgeräuschen quellnah als auch in typischen Immissionsentfernungen zwischen etwa 200 m und 600 m in mehreren Ausbreitungsrichtungen erfasst. Parallel dazu wurden die Wind- und Temperaturverläufe gemessen. Diese Messergebnisse wurden so aufbereitet, dass den gemessenen Schussereignissen aufgrund der Nahbereichsmessung bestimmte Emissionssituationen zugewiesen werden konnte. Damit kann die Messung als eine gesteuerte Messung gelten. Über gleiche Emissionssituationen wurden zu den Immissionspegeln statistische Auswertungen durchgeführt, die im Vortrag vorgestellt und diskutiert werden.

Sitzung „Schießlärm II“

Mi. 14:20 CAP3-HS1

Schießlärm II

Zum Langzeitmittelungspegel bei Schießgeräuschen

Philipp Tekampe^a, Karl-Wilhelm Hirsch^a und Berthold Vogelsang^b

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

Der Langzeitmittelungspegel ist die grundlegende physikalisch-akustische Kenngröße in den Beurteilungsverfahren nach TA Lärm. Gegebenenfalls durch Zu- und Abschläge verziert, liefert er den Beurteilungspegel, der mit den Richtwerten der TA Lärm zu vergleichen ist. Der Langzeitmittelungspegel wird im Immissionsschutz in der Regel weder gemessen noch prognostiziert. Bei der Messung begnügt man sich mit Kurzzeitmessungen, bei denen der erfahrene Akustiker günstige Schallausbreitungsbedingungen sicherstellt, die er häufig mit "Mitwind" bezeichnet. Er zieht 3 dB ab, um den Langzeitmittelungspegel aus dem Mittelwert seiner schallausbreitungsgünstigen Messung zu bestimmen. Bei der Prognose nach der DIN ISO 9613-2 ist das Ergebnis direkt ein Langzeitmittelungspegel, allerdings der für schallausbreitungsgünstige Bedingungen. Auch da wird zur Bestimmung des eigentlichen Langzeitmittelungspegels eine Korrektur abgezogen, nämlich das cmet. Bei Anlagen, mit Einwirkungsbereichen im Geltungsbereich der DIN ISO 9613-2 ist diese Vorgehensweise bewährt und anerkannt. Bei Schießlärm verzagt die Vorgehensweise häufig und häufig unbemerkt, weil der Einwirkungsbereich von Schießgeräuschen weit über den Anwendungsbereich der Regelwerke hinausgeht. Auch bei der Messung nach VDI 3745 Blatt 1 werden die normgerecht bestimmten "Beurteilungspegel" mit zunehmenden Abständen immer unsicherer. Der Beitrag führt das Konzept von Potentialverteilungen ein, die Grundgesamtheit aller möglichen

Realisationen des Immissionspegels bei Variation aller Eingangsparameter der Schallausbreitung in Anlehnung an die VDI 4101.

Mi. 14:40 CAP3-HS1

Schießlärm II

Belästigung durch Schießgeräusche

Dirk Schreckenberg

ZEUS GmbH

Schießgeräusche sind u. a. gekennzeichnet durch ihre hohe akustische Energie, Impulshaltigkeit, tiefen Frequenzen und ihr intermittierendes Auftreten. Entsprechend zeigen Studien einen höheren Anteil durch Schießlärm belästigter Personen als z.B. - bei gleichem Mittelungspegel - durch Straßenverkehrslärm. Zur Belästigungswirkung von Schießgeräuschen gibt es vergleichsweise nur wenige Feldstudien. Ergebnisse entsprechender in Deutschland durchgeföhrter sozio-akustischer Feldstudien wurden zuletzt in den 1990er-Jahren veröffentlicht. Vom intensiver beforschten Bereich der Verkehrslärmwirkung lässt sich lernen, dass sich Expositions-Belästigungsbeziehungen über die Zeit verändern: Bei gegebenem Beurteilungspegel ist der Prozentanteil durch Fluglärm belästigter Personen über die Zeit angestiegen. Am vormals postulierten Beeinträchtigungsunterschied zugunsten des Schienenverkehrslärms lassen neue Befunde Zweifel aufgekommen, entsprechend wurde der sog. Schienenbonus abgeschafft. Die Ursachen für diese Veränderungen liegen vermutlich einerseits in der Bedeutung nicht-akustischer Faktoren der Lärmelästigung (z.B. situative, personenbezogene, soziale Kontextfaktoren). Andererseits gibt es Zweifel daran, ob bestehende Beurteilungspegel (insb. Mittelungspegel) allein ausreichen, um die Belästigungswirkungen des Lärms adäquat zu beschreiben. In diesem Beitrag werden neuere internationale Studien zur Belästigungs- und Störungswirkung von Schießgeräuschen und vergleichend anderer Umgebungslärmarten vorgestellt und die akustischen wie nicht-akustischen Einflussgrößen im Rahmen eines sozialpsychologischen Stressmodells zur Lärmelästigung diskutiert. Mögliche Konsequenzen für ein Lärmmanagement werden dargelegt sowie ein Ausblick auf mögliche künftige Forschungsthemen gegeben.

Mi. 15:00 CAP3-HS1

Schießlärm II

Knalle als ein Trauma der Verwaltungsakustik - Eine Einführung

Berthold Vogelsang

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
Knalle spielen in der Verwaltungsakustik als Begleitphänomen von Schießen, Sprengungen oder von Feuerwerken eine eher untergeordnete Rolle. Ein direkter Zugang zur Beurteilung ist dem Verwaltungsakustiker verwehrt. Er muss sich der mildtätigen Gaben bemächtigen, die ihm der Gesetz- und Verordnungsgeber an die Hand gegeben hat. So wird ihm die TA Lärm in Verbindung mit dem Bundesimmissionsschutzgesetz zur freudigen Pflichtlektüre. Der Vielfältigkeit der Phänomene von Knallen z. B. als Mündungs-, Explosions- oder Geschosksnall versucht der

Gesetz- und Verordnungsgeber im Hinblick auf schädliche Umwelteinflüsse durch den Begriff der Anlage ob als genehmigungsbedürftige oder nicht-genehmigungsbedürftige einzufangen. Zur Ermittlung der Emissionen und Immissionen wurde die TA Lärm erlassen. Dort führen die Knalle aber ein Nischendasein. Zum einen sind die Knalle, die auf Schießplätze durch Waffen ab Kaliber 20 mm entstehen können, ausdrücklich vom Anwendungsbereich der TA Lärm ausgenommen und zum anderen entziehen sich bisher die Knalle, die auf zivilen Schießständen entstehen können, einer qualitätsgesicherten Prognoserechnung. Auch passt das begriffliche wie prozedurale Instrumentarium der TA Lärm nur unzureichend auf Knalle. Sowohl die Schallausbreitung als auch die Berücksichtigung der Vorbelastung oder der Impulszuschlages etc. bereiten erhebliche Schwierigkeiten bei der Anwendung. Der Beitrag stellt die wichtigsten Regelungen bzw. Regelungslücken vor und illustriert die Probleme und Schwierigkeiten anhand von Beispielen.

Mi. 15:20 CAP3-HS1

Schießlärm II

Rechtliche Maßstäbe für die Beurteilung von Schießlärm

Norbert Kämper

Taylor Wessing Partnerschaftsg. mbB

Rechtliche Maßstäbe für die Beurteilung von Schießlärm

Schießstände und Schießplätze sind nach Maßgabe von Ziffer 10.18 des Anhangs zur 4. BImSchV genehmigungsbedürftige Anlagen. Für Ihre Errichtung und Ihren Betrieb ist eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung nach §§ 4 ff. BImSchG erforderlich.

Das gilt grundsätzlich auch für militärische Anlagen, wie im Gegen schluss aus §§ 59, 60 BImSchG gefolgt werden kann.

Diese Anlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Solche schädlichen Umwelteinwirkungen können bei Schießständen und Schießplätzen insbesondere durch den bei ihrem Betrieb verursachten Lärm hervorgerufen werden. Zur Beurteilung von Geräuschimmissionen wird die auf Grundlage von § 48 BImSchG erlassene sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) verwendet. Diese ist damit grundsätzlich auch auf Schießstände und Schießplätze anwendbar.

Eine Ausnahme enthält die TA Lärm allerdings ausweislich Nummer 1 Abs. 2 lit. d) für Schießplätze, auf denen (auch) mit Waffen ab Kaliber 20 mm geschossen wird. Damit stellt sich die Frage, nach welchen Maßstäben diese Schießplätze - in der Regel Truppenübungsplätze - beurteilt werden können.

Mi. 15:40 CAP3-HS1

Schießlärm II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Schießlärm (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 15:40 (CAP3-HS1); Poster-Forum: Mi. 16:00

Mi.

Schießlärm (Poster)

Optimierung von baulichen Schallschutz auf Schießanlagen der Bundeswehr mit PROPPER

Jürgen Zangers

IfL Institut für Lärmschutz GmbH

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 für Schießgeräusche von Handfeuerwaffen den Verwaltungen der Bundeswehr für die Bauplanung zur Verfügung und ist als Referenzmodell bei der Öffentlich Rechtlichen Aufsicht der Bundeswehr eingeführt. PROPPER® ist eine Programmsuite, die aus den Modulen PROPPER-Sketchup, PROPPER-Ranger und PROPPER-Propagater besteht.

Mit PROPPER-Sketchup werden die Aufbauten, beispielsweise der Geschossfang, Seitenwände, Seitenwände, Höhenblenden und sonstige Bauteile dreidimensional generiert und für die weitere Verwendung im Ranger adaptiert.

Im Ranger wird mit Hilfe eines dreidimensionalen Strahlenverfolgungsalgorithmus (wobei die Strahlen selber auch dreidimensional modelliert sind - sog. "Zelte") eine Ersatzschallquelle für den Mündungsknall in einer Schießanlage berechnet.

Ausgehend von der Ersatzschallquelle des Rangers prognostiziert der Propagater die Schallausbreitung außerhalb der Schießanlage bei gegebener Atmosphäre (3D-Windvektorfeld, 3D-Skalarfelder für die Temperatur und Luftfeuchtigkeit). Er prognostiziert die akustische Energie am Immissionsort als Summe der Energien aller eintreffenden Schallstrahlen (Zelte).

PROPPER® gibt durch den Vergleich der akustischen Energie in Variationsrechnungen für verschiedene bauliche Maßnahmen auf der Schießanlage eindeutige Hinweise über die akustischen Auswirkungen der entsprechenden Maßnahme unter den jeweils vorgegebenen Wettersituationen und erlaubt eine Bewertung dieser Baumaßnahmen im Hinblick auf eine Kosten-/Nutzenbetrachtung.

Sitzung „Schießlärmb III“Mi. 16:40 CAP3-HS1Schießlärmb III**Zum Beitrag zur Vorbelastung für TA-Lärm-Anlagen durch den Betrieb von Schießplätzen der Bundeswehr**Joachim Vogel^a, Thomas Daniel^{b,c} und Karl-Wilhelm Hirsch^d^aBAIUDBw KompZ BauMgmt S K 5, Öffentlich rechtl. Aufsicht der Bundeswehr; ^bBundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr; ^cBundesministerium der Verteidigung; ^dCervus Consult GmbH

Für genehmigungspflichtige Anlagen, die in der Nachbarschaft von Schießplätzen der Bundeswehr errichtet werden sollen, ist im Rahmen des immissionsrechtlichen Genehmigungsverfahren der Beitrag des Schieß- und Anlagenbetriebs der Schießplätze als Vorbelastung zu betrachten. Das gilt sowohl für Schießplätze, deren Schießbetrieb nach TA Lärm zu beurteilen sind, als auch für Truppenübungsplätze, bei denen der Schießbetrieb nach der so genannten Lärmmanagementrichtlinie für den Schießlärmb von großen Waffen der Bundeswehr beurteilt wird. Die Vorbelastung ist entweder durch Messung oder durch Prognose zu bestimmen. Sowohl Messung als auch Prognose des Schießlärms in der Nachbarschaft von Schießplätzen der Bundeswehr setzt einschlägige Erfahrung voraus. Wegen der Vielzahl der bestimmungsgemäßen Betriebssituationen, die sich zudem unregelmäßig über den Beurteilungszeitraum verteilen und massiv vom aktuellen militärischen Bedarf abhängen, sprengt sowohl die Messung als auch die Prognose der Vorbelastung durch die Schießgeräusche den Rahmen eines Immissionschutzgutachtens z. B. für die Errichtung einer Windenergieanlage. Die Öffentlich-rechtliche Aufsicht der Bundeswehr überwacht den Betrieb der Schießplätze und stellt sicher, dass die Zusatzbelastung durch den Schießlärmb die zulässigen Kennwerte nicht überschreiten. Diese Zusatzbelastung ist die Vorbelastung für neue Anlagen in der Nachbarschaft. Der Beitrag zeigt auf, wie diese Daten grundsätzlich ermittelt werden und wie diese Information im Rahmen von Genehmigungsverfahren zur Verfügung gestellt werden.

Mi. 17:00 CAP3-HS1Schießlärmb III**Weiterentwicklung baulicher Schallschutzmaßnahmen auf Schießständen der Bundeswehr**

Guido Arnold

BAUID BW GS II 2

Im Beitrag der Immissionssionsmessstelle der Bundeswehr werden einige Erkenntnisse vorgestellt, die durch Properprognosen gewonnen wurden. Schwerpunkt liegt auf dem Konzept, den Lärm, der auf Schießanlagen entsteht, gezielt in bestimmte Richtungen zu reflektieren, so dass dieser nicht zur Immissionswirkung beitragen kann. Da dieses Konzept

hinsichtlich des akustischen Immissionsschutzes sowohl für den Umweltschutz als auch für den Arbeitsschutz Vorteile verspricht, aber vom klassischen Schießstandbau der Bundeswehr nach BFR abweicht, eröffnet sich hier ein Spannungsfeld zwischen drei wichtigen betriebsrelevanten Schutzzielen: - Schießsicherheit - Umweltschutz - Arbeitsschutz. Hier gilt es weitere fundierte Erkenntnisse in praktischen Versuchen zu gewinnen. Als Ergebnis könnte am Ende eine Überarbeitung der BFR stehen, was dazu führen könnte, dass sowohl schießendes Personal als auch Anwohner besser vor Schießlärm geschützt würden.

Mi. 17:20 CAP3-HS1

Schießlärm III

Lärmmanagement auf Schießplätzen der Bundeswehr

Frank Hammelmann und Karl-Wilhelm Hirsch

Cervus Consult GmbH

Auf Schießplätzen der Bundeswehr wird ein tägliches Lärmmanagement nach der Zentralvorschrift A1-2031/2-600 (Lärmmanagement - Rahmenbedingungen, Grundlagen und Vorgaben für die Umsetzung auf Schießplätzen der Bundeswehr - LMR) durchgeführt. Ziel und Zweck des Lärmmanagements ist die Sicherstellung der aus dem BImSchG begründeten gesetzlichen Schutzziele im Hinblick auf den Lärmschutz. Der Geltungsbereich der LMR sind Schießgeräusche für Waffen ab Kaliber 20 mm bzw. Sprengungen ab 50 g TNT (große Waffen), die außerhalb des Anwendungsbereichs der TA Lärm fallen. Das Lärmmanagement liefert zum einen eine nachvollziehbare Beurteilung der Lärmsituation anhand von festgelegten Lärmkriterien und zum anderen wird durch den täglichen Planungsprozess der Wille und die Absicht des Betreibers hervorgehoben, den Schießbetrieb so lärmarm wie möglich zu gestalten. Des Weiteren gehören zum Lärmmanagement eine Lärmminderungsplanung, ein Beschwerdemanagement und eine Öffentlichkeitsarbeit. Der Beitrag stellt den flexiblen Regelprozess des Lärmmanagements und dessen Eingangsparameter, als da wären die akustischen Quell- und Ausbreitungsdaten der Waffenknalle, die Lage und die Eigenschaften von Schießanlagen, tagesspezifische Wetterbeobachtungen und Langzeit-Stärkewindrosen, Gebiete, die die Schallausbreitung beeinflussen (u. a. Wälder), Schirmkanten, Richtwertflächen, Kennzeichnungszeiten und Zuschläge und Betriebszahlen, vor.

Sitzung „Bauakustik I“

Mi. 8:40 CAP3-HS2

Bauakustik I

Schallschutz-Vergleichsmessungen in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt im Jahr 2016

Sylvia Stange-Kölling und Volker Wittstock
Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Im Jahr 2016 fanden turnusgemäß die Schallschutz-Vergleichsmessungen der anerkannten Stellen für die Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse in der Physikalisch-Technische Bundesanstalt statt. Für diese Prüfstellen ist die regelmäßige Teilnahme an den Vergleichsmessungen verpflichtend, die Möglichkeit der freiwilligen Teilnahme besteht aber auch für andere Prüfstellen. Die Vergleichsmessungen haben sich über einen weiten Zeitraum als wichtiger Baustein der Qualitätssicherung etabliert. Sie setzen sich zusammen aus drei Teilmessungen sowie der Überprüfung von Lautsprechern und Hammerwerken. Die Messergebnisse der Prüfstellen werden mit einem Referenzwert der PTB verglichen. Als Teilaufgaben waren in diesem Jahr die Luftschalldämmung einer schweren Kalksandsteinwand sowie der Normtrittschallpegel eines Treppenelementes zu messen. Als Zusatzaufgabe wurde der Verlustfaktor der Kalksandsteinwand bestimmt. Bei der Verlustfaktormessung zeigte sich eine deutliche Abhängigkeit der Ergebnisse von der Art der Anregung (Shaker oder Hammer), die durch Nichtlinearitäten erklärbar sind. Hierzu wurden weitere Messungen an der KS-Wand vorgenommen. Die Ergebnisse der einzelnen Messungen werden in diesem Vortrag vorgestellt.

Mi. 9:00 CAP3-HS2

Bauakustik I

Charakterisierung von Hammerwerken für horizontale Anregung

Heinrich Bietz und Volker Wittstock
Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Zur Prognose von Schwingungsübertragungen in Gebäudestrukturen werden zunehmend vibroakustische Eigenschaften von Wänden als Eingangsgrößen benötigt. Beispiele für solche Prognosen sind der Entwurf der EN 12354 Teil 5 und die DIN 7396 "Bauakustische Prüfungen - Prüfverfahren zur akustischen Kennzeichnung von Entkopplungselementen für Massivtreppen" (Juni 2016). Zur Messung von Wänden wird eine normierte Quelle vergleichbar dem Norm-Trittschallhammerwerk benötigt, die aber im Gegensatz zu diesem eine Anregung des Bauteils in horizontaler Richtung erlaubt. Die zurzeit auf dem Markt befindlichen Geräte arbeiten entweder elektrodynamisch oder nach dem Prinzip eines Pendelhammers. Hier stellt sich die Frage, ob sich diese Quellen hinsichtlich ihrer Eignung charakterisieren lassen, und ob eine Umrechnung zwischen verschiedenen Quellen möglich ist. Um diese Fragestellungen näher zu untersuchen, wurden einige dieser Geräte hinsichtlich ihrer

Quellgrößen (Quellmobilität, Kurzschlusskraft, erzeugtes Spektrum) betrachtet und miteinander verglichen. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Mi. 9:20 CAP3-HS2

Bauakustik I

Abhängigkeit der Trittschallminderung schwimmender Zementestriche von der Größe der Estrichfläche

Dominik Erler^a, Dietmar Sprinz^a und Jörn Hübel^b

^a MFPA Leipzig GmbH; ^b Hochschule Mittweida, Lehrstuhl f. Technische Mechanik u. Akustik

Bekanntermaßen wird die Trittschallminderung schwimmender Zementestriche auf Massivdecken in erster Linie durch die Federsteifigkeit der Trittschalldämmsschicht sowie die Masse des aufliegenden Estrichs bestimmt. Einen weiteren Einfluss hat jedoch die Ausdehnung des schwimmenden Estrichs in Länge und Breite, da der Trittschall nicht nur über die Anregungsstelle in die Massivdecke eingeleitet wird, sondern auch über die komplette, zu Biegewellen angeregte Estrichplatte. In diesem Zusammenhang fordert die Norm zur Messung der Trittschallminderung in Prüfständen DIN EN ISO 10140 eine minimale Estrichfläche von 10m², die Norm DIN 4109 sogar eine Estrichfläche entsprechend der kompletten Prüfstandsdecke. Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurde im Prüfstand die Abhängigkeit der Trittschallminderung von der Estrichfläche im Bereich von 0,5 bis 24m² messtechnisch untersucht. Die Ergebnisse werden vorgestellt und hinsichtlich praktischer Auswirkungen diskutiert, ein funktionaler Zusammenhang zwischen Estrichfläche und Trittschallminderung wird abgeleitet.

Mi. 9:40 CAP3-HS2

Bauakustik I

Experimentelle Bestimmung des Abstrahlgrades und des internen Verlustfaktors orthotroper Platten

Sandra Haut, Simon Mecking und Ulrich Schanda

Labor für Schallmesstechnik, Hochschule Rosenheim

Ein Ziel des DFG-AiF-Clusterforschungsvorhabens Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten ist die Anpassung des Prognoseverfahrens der DIN EN 12354 auf die Holzmassivbauweise. Zur Weiterentwicklung des SEA-basierten Verfahrens fehlen geeignete Näherungen für den Abstrahlgrad stark orthotroper Bauteile und für den internen Verlustfaktor von Holzbauteilen. Zur messtechnischen Bestimmung dieser Größen erfolgten zum einen Messungen im Hallraum. Dazu wurde der mittlere Beschleunigungspegel auf der Platte und der Schalldruckpegel im Hallraum als auch die Nachhallzeit des Raumes und die Körperschall-Nachhallzeit der Platte gemessen. Diese Messungen erfolgten an der frei aufgehängten Platte. Die Erregung der Platte erfolgte durch einen Schwingerreger; reziprok wurde die Platte durch ein Luftschallfeld angeregt. Zum anderen wurden Messungen der abgestrahlten Schallintensität und des mittleren Beschleunigungspegels auf der Platte beim Einbau

der Platte in einem Türenprüfstand durchgeführt. Die Anregung erfolgte ebenso punktförmig mittels eines Swingerregers als auch flächig durch ein Luftschallfeld. In diesem Beitrag werden beide Verfahren und die jeweiligen Messergebnisse vorgestellt. Im ersten Verfahren ließ sich ein über einen breiten Frequenzbereich konstant verlaufender, interner Verlustfaktor bestimmen.

Mi. 10:00 CAP3-HS2

Bauakustik I

Trittschallminderung und Einfügungsdämmung von Raumakustikdecken

Jochen Seidel und Klaudius Hengst
Knauf Gips KG

Der klassische Weg zur Verbesserung von Luftschalldämm-Maß und Trittschalldämm-Maß von Decken sind schwimmende Estriche. Unterdecken sind ein noch weniger gebräuchliches Mittel, obwohl sie den Vorteil haben, dass Ihre Resonanzfrequenz erheblich niedriger eingestellt werden kann, als dass bei Estrichen möglich ist. Angaben zur Verbesserungen der Dämmung durch Unterdecken aus geschlossener Beplankung sind frei erhältlich. Die Werte sind beachtlich. Weit verbreitet sind dagegen Unterdecken zur Gestaltung der Raumakustik. Ihr Potential zur Verbesserung der Dämmung wird bislang nicht in Ansatz gebracht. In dem Beitrag werden Messergebnisse von Unterdecken aus gelochten Gipsplatten vorgestellt. Obwohl die Beplankung nicht geschlossen, sondern eben gelocht ist und immer nur aus einer Lage besteht, sind attraktive Werte der Verbesserungen festzustellen. Häufig befinden sich in den Hohlräumen von Unterdecken Schallquellen wie zum Beispiel Abwasserrohre. Die Einfügungsdämmung nach VDI 3755:2015 gibt die Absenkung des Schallpegels im Raum durch Einfügen der Unterdecke an. Auch dazu werden Messergebnisse vorgestellt, sowohl von gelochten Raumakustikdecken als auch von Decken mit ungelochter Beplankung.

Mi. 10:40 CAP3-HS2

Bauakustik I

Bauteilsammlung zur Längsschalldämmung von Vorhangfassaden

Bernd Saß
ift Rosenheim GmbH

In der bauakustischen Planung von Gebäuden werden Angaben zur Luft- und Längsschalldämmung von Bauteilen benötigt. Für die Bauteilgruppe "Vorhangfassaden" lassen sich solche Angaben derzeit nur anhand von Messungen im Labor oder aus Untersuchungen am Bau (aus sogenannten Güteprüfungen) nachweisen. Eine Möglichkeit zur Planung und Nachweisführung über ein Tabellenverfahren existiert derzeit nicht.

Um hier eine belastbare Planungsgrundlage zu schaffen läuft am ift Rosenheim, Labor Bauakustik, ein Forschungsprojekt, bei dem bestehende Messdaten analysiert und ergänzende Labormessungen durchgeführt

wurden, um Planungstabellen zu erstellen. Ziel des Vorhabens ist es diese Tabellen in die Bauteilkataloge der DIN 4109 und der Produktnorm für Vorhangsfassaden zu integrieren. Dieser Beitrag stellt die Arbeiten und Ergebnisse zur Thematik der Längsschalldämmung von Vorhangsfassaden vor.

Mi. 11:00 CAP3-HS2

Bauakustik I

Beschreibung des Energieflusses über Stoßstellen leichter Massivholzkonstruktionen im mittleren und höheren Frequenzbereich

Christoph Winter^a, Martin Buchschmid^b und Gerhard Müller^a

^a TU München; ^b TU München, Lehrstuhl für Baumechanik

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 stößt die klassische FEM aufgrund der Sensitivität der Ergebnisse an Grenzen, da die modale Dichte zunimmt. Auch die Anwendung statistischer Methoden, wie die Statistische Energie Analyse (SEA), kann durch die starke Kopplung der Teilsysteme an Grenzen stoßen.

Bei der Prognose 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 Subsystemdefinitionen gewählt werden. Mit dieser Hybridmethode können die Energieflüsse zwischen den einzelnen Bauteilen, auch für den mittleren Frequenzbereich, mittels Energieeinflusskoeffizienten beschrieben werden.

Ferner wird die Körperschallleistung im Schnitt nahe des Bauteilstoßes betrachtet. Daraus kann das Stoßstellendämm-Maß ermittelt werden, sofern die Voraussetzungen der SEA erfüllt sind. Hierbei erfolgt ein Abgleich mit den gemäß DIN EN 12354 auf Basis der Schnellepegeldifferenzen berechneten Werten.

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. 11:20 CAP3-HS2

Bauakustik I

Energiebestimmung an Brettsperrholzbauteilen im Holzmassivbau

Simon Mecking^a, Tobias Kruse^a, Markus Scheibengraber^a, Ulrich Schanda^a und Ulrich Wellisch^b

^a*Labor für Schallmesstechnik, Hochschule Rosenheim;* ^b*Hochschule Rosenheim*

Ein Ziel des DFG-AiF-Clusterforschungsvorhabens Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten ist die Reduktion des schalltechnischen Planungsaufwandes bei der Holzmassivbauweise. Hierzu soll das Prognoseverfahren der DIN EN 12354 angepasst werden. Darin ist ein vereinfachter SEA-Ansatz zugrunde gelegt, welcher diffuse Körperschallfelder in den Bauteilen sowie deren schwache Kopplung voraussetzt. Tatsächlich trifft die Annahme diffuser Körperschallfelder nur bei Bauteilen mit geringer Ausbreitungsdämpfung zu. Um ein Maß für die Kopplung der Bauteile zu erhalten, wird ein Energieverhältnis aus den Bauteilschnellen gebildet. In der DIN EN ISO 10848-1 wird eine Vorschrift für die Messung der mittleren Bauteilschnelle beschrieben. Daraus wird ein örtlich und zeitlich gemittelter Schnellepegel je Bauteil berechnet, mit dem die Energie des Bauteils bestimmt wird. In diesem Beitrag werden Messergebnisse von Körperschallfeldern an Brettsperrholzelementen im Hinblick auf die Energiebestimmung diskutiert. Bei der statistischen Auswertung werden die Anzahl der Anregepositionen und der Messpositionen auf dem direkt und indirekt angeregten Bauteil analysiert. In einem weiteren Schritt werden die erforderlichen Messpositionen durch eine geeignete Auswahl reduziert und mit den pauschalen, geometrischen Vorgaben der Messvorschrift aus der DIN EN ISO 10848-1 verglichen. Die Erkenntnisse werden zur Bewertung von Messergebnissen und für Empfehlungen an die Durchführung zukünftiger Messungen herangezogen.

Mi. 11:40 CAP3-HS2

Bauakustik I

Ansätze zur Prognose des Installationspegels im Holz-Leichtbau

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

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

Im Zuge der energetischen Optimierung von Gebäuden werden vermehrt haustechnische Geräte wie Lüftungsanlagen oder Wärmepumpen verbaut. Diese agieren beim Betrieb als Körperschallquellen und können somit störende Geräusche im Gebäude verursachen. Grundlage der aktuellen Schallschutzplanung sind wenige Prüfergebnisse, die aufgrund der Vielfalt an Geräten und Konstruktionen sowie deren Kombination die tatsächliche Einbau-Situation nur sehr selten abbilden. Speziell im Holz- und Leichtbau ist die Schallschutzplanung oft allein auf Erfahrungswerten basierend. Somit herrscht eine Planungsunsicherheit, die durch eine Bauteilauslegung auf der sicheren Seite abgefangen wird.

In der Forschungs- und Normungsarbeit der letzten Jahre wurde die Entwicklung von Prognosemodellen, basierend auf Daten der Körperschallleistung von Geräten vorangetrieben. So sind in der prEN 15657 Messverfahren zur Bestimmung der Körperschallleistung im Labor als Eingangsdaten für ein Prognosemodell beschrieben. Zusätzlich bietet diese Norm vereinfachte Berechnungsvarianten zur Bestimmung der tatsächlich eingebrachten Körperschallleistung in der konkreten Einbausituation. Ausgehend von diesen Eingangsdaten kann die Übertragung basierend auf SEA-Ansätzen, wie dem in der EN 12354-5 beschriebenen Verfahren oder basierend auf empirisch ermittelten Übertragungsfunktionen prognostiziert werden. In diesem Beitrag wird die Prognose des Schalldruckpegels beispielhaft für reale Geräte sowie für eine Referenzkörperschallquelle im Holzrahmenbau vorgestellt.

Sitzung „Bauakustik II“

Mi. 14:20 CAP3-HS2

Bauakustik II

Abbildung von Elastomeren in FE-Modellen von Holzbaukonstruktionen

Alexander Paolini^a, Felix Frischmann^a, Stefan Kollmannsberger^a, Simon Mecking^b, Ulrich Schanda^b, Andreas Rabold^c und Ernst Rank^a

^a TU München, Lehrstuhl für Computation in Engineering; ^b Labor für Schallmesstechnik, Hochschule Rosenheim; ^c ift Rosenheim GmbH

Elastomere werden wegen ihrer viskoelastischen Eigenschaften in Holzbauverbindungen eingesetzt, um die Übertragung von Körperschall zwischen Bauteilen zu vermindern. Ihre Wirkung auf das Schwingungsverhalten von Holzbaukonstruktionen im niederfrequenten Bereich kann mit der Finiten Elemente Methode prognostiziert werden. Zur Erzielung aussagekräftiger und genauer Ergebnisse müssen geeignete Materialparameter für die finiten Elemente bestimmt werden, welche die Elastomere unter Verwendung eines viskoelastischen Materialmodells darstellen. Eine Möglichkeit, bei der keine weiteren experimentellen Untersuchungen durchzuführen sind, ist die Berechnung des komplexen Elastizitätsmoduls aus den Datenblattangaben des Elastomer-Herstellers für eine festgelegte Querdehnzahl. Allerdings ist die Querdehnzahl nicht genau bekannt. Zudem werden bei diesem Verfahren vereinfachende Annahmen getroffen. Beispielsweise werden zusätzliche Aspekte des Aufbaus von Holzbauverbindungen wie die Verschraubung nicht berücksichtigt. Im vorliegenden Beitrag wird ein FE-Modell eines Decken-Wandanschlusses, der eine Elastomerschicht enthält, hinsichtlich des Einflusses der Materialparameter des Elastomers auf dessen Eigenfrequenzen untersucht. Ferner werden die Berechnungsergebnisse mit den Messergebnissen einer Betriebsschwinganalyse verglichen. Hierdurch ist eine Verifikation der Modellannahmen und die Angabe eines geeigneten Wertebereichs der Querdehnzahl für den untersuchten Elastomertyp möglich.

Mi. 14:40 CAP3-HS2

Bauakustik II

Einfluss der modalen Kopplung von Prüfräumen und Prüfobjekten auf Messungen des Schalldämm-Maßes einer Brettsperrholzplatte im tieffrequenten Bereich

Wolfgang Hauer, Blasius Buchegger und Heinz Ferk

Technische Universität Graz

Bei der Bestimmung des Schalldämm-Maßes von Bauteilen nach ISO 10140-2 oder ISO 15186-1 wird in Prüfräumen ein diffuses Schallfeld vorausgesetzt. Die Qualität der Diffusität bzw. der Energiegleichverteilung eines Schallfeldes nimmt im Allgemeinen jedoch mit sinkender Frequenz ab und weicht zunehmend einem modalen Verhalten. Während sich bei mittleren und hohen Frequenzen aufgrund der hohen Modendichte im Senderaum ein annähernd diffuses Schallfeld einstellt und den Prüfkörper damit gleichmäßig aus allen Richtungen anregt, ergibt sich zu tiefen Frequenzen hin eine steigende Ortsabhängigkeit der Anregung. Daraus resultiert wiederum eine sinkende Reproduzierbarkeit der Messergebnisse zwischen verschiedenen Prüfeinrichtungen hin zu tiefen Frequenzen, da das ermittelte Schalldämm-Maß zunehmend von der jeweiligen Anordnung des Prüfkörpers in den Prüfräumen bzw. der örtlichen Verteilung der Raummoden abhängt. Dieser Beitrag untersucht den Zusammenhang zwischen der örtlichen Verteilung von Raummoden und dem modalen Verhalten eines Prüfkörpers anhand eines Brettsperrholzelementes. Dazu werden die Raummoden eines realen Prüfraumes bei tiefen Frequenzen mittels Finite-Elemente-Methode berechnet. Anschließend werden die Berechnungsergebnisse mit den Ergebnissen einer experimentellen Modalanalyse am Brettsperrholzelement verglichen. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die räumliche Übereinstimmung zwischen Raum- und Körperschallmoden gleicher Frequenz gelegt, welche zu einer Beeinflussung des ermittelten Schalldämm-Maßes führen können.

Mi. 15:00 CAP3-HS2

Bauakustik II

Stoßstellendämm-Maße von BrettsperrholzkonstruktionenAline Timpte^a, Simon Mecking^a, Ulrich Schanda^a und Andreas Rabold^b^a Labor für Schallmesstechnik, Hochschule Rosenheim; ^b ift Rosenheim GmbH

Ein Ziel des DFG-AiF-Clusterforschungsvorhabens Vibroakustik im Planungsprozess für Holzbauten ist die Reduktion des schalltechnischen Planungsaufwandes bei der Massivholzbauweise. Hierzu soll das Prognoseverfahren der DIN EN 12354 zur Ermittlung der Flankenübertragung für Holzbaukonstruktionen angepasst werden. Da es sich bei der Massivholzbauweise um keine starre Verbindungen wie beim Massivbau handelt, ist zur Berechnung der Flankenübertragung ein Maß für die Schallübertragung an den Stoßstellen erforderlich. Das sogenannte

Stoßstellendämm-Maß K_{ij} wird u.a. aus der richtungsgemittelten Differenz der Schnellepegel je Bauteil und der Körperschallnachhallzeit gebildet, welche nach der DIN EN ISO 10848 messtechnisch zu ermitteln sind. Alternativ wird im Entwurf E DIN EN 12354-1:2016 ein erster Vorschlag zur Berechnung des Stoßstellendämm-Maßes für einen T- und einen Kreuz-Stoß in Brettsperrholz aufgeführt. In diesem Beitrag werden Stoßstellendämm-Maße unterschiedlich ausgeführter Brettsperrholzkonstruktionen präsentiert und gegenübergestellt. Es handelt sich um frequenzabhängige Werte, die von internationalen Laboren gemäß DIN EN 10848 für L-, T- und Kreuz-Stöße ermittelt wurden.

Mi. 15:20 CAP3-HS2

Bauakustik II

Anwendung von Cremers parallelen Platten auf leichte Bauelemente

Berndt Zeitler^a, Stefan Schoenwald^b und Christoph Höller^c

^a*Hochschule für Technik Stuttgart*; ^b*Empa, Swiss Federal Laboratories f. Materials Science & Technology*; ^c*National Research Council Canada*
In diesem Beitrag wird das von Lothar Cremer vorgestellte Modell zur Beschreibung von zwei unendlichen parallelen Platten mit einer elastischen Zwischenlage untersucht. In diesem Modell werden die Rotationsbewegung und Schubverformung der Platten vernachlässigt, d. h. beide Platten erlauben nur Biegewellen. Die obere der beiden Platten wird nun mit einer Punktlast angeregt. Die Wellenzahl, die die Ausbreitung und Dämpfung der Biegewellen beschreibt, wird in verschiedenen Frequenzbereichen genauer betrachtet. Die nach Cremers theoretischem Modell berechneten Wellenzahlen werden mit den auf einer Holzbalkendecke experimentell ermittelten Wellenzahlen verglichen. In einem nächsten Schritt wird beschrieben, wie ein schwimmender Estrich, der im Modell durch die obere Platte simuliert wird, die berechneten und gemessenen Wellenzahlen beeinflusst.

Mi. 15:40 CAP3-HS2

Bauakustik II

Numerical simulations of a laboratory reception plate using finite elements

Steffi Reinhold^a, Carl Hopkins^a und Berndt Zeitler^b

^a*Acoustic Research Unit, School of Architecture, University of Liverpool*;
^b*Hochschule für Technik Stuttgart*

Most building machinery injects structure-borne sound power in the low-frequency range. To quantify the structure-borne sound power the reception plate method according to EN 15657-1 is used to gain input data for the prediction model according to EN 12354. This paper concerns the validation of a Finite Element Model (FEM) of a heavyweight reception plate which incorporates the viscoelastic material around the boundaries to increase the damping. The numerical results are compared against experimental results using the loss factor, the Natural Frequency Deviation (NFD) and the Modal Assurance Criterion (MAC). This validated FEM

model is used to assess different sampling strategies for vibration measurements that are needed to determine the reception plate power of structure-borne sound sources. The most accurate results of the comparison of the direct injected power and reception plate power are obtained by using a regular grid of sampling positions over the whole reception plate. For the comparison of both powers the distance between the machinery connection points and measurement positions are considered as well as a weighting factor to reduce the number of measurement positions.

Sitzung „Städtebaulicher Lärmschutz III“

Mi. 8:40 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz III

Der urbane Raum in der Akustik als architektonische Gestaltungsgrundlage für leisere Städte

Jochen Krimm

Frankfurt University of Applied Sciences

Fassaden und ihre Oberflächeneigenschaften beeinflussen den Lärmeintrag in einen Stadtraum maßgeblich. Die Lage der Fassade zur Lärmquelle und zum Empfänger spielt neben der Oberflächenbeschaffenheit eine wichtige Rolle. Im Gegensatz zur Architektur beschäftigt sich die Forschung in der Akustik schon seit vielen Jahren mit diesen, den Lärmeintrag bestimmenden Faktoren. Im Rahmen des Forschungsprojektes "Akustisch wirksame Fassaden" wurden die verfügbaren Ergebnisse der letzten Jahrzehnte aus der akustischen Forschung zum Themenkomplex Stadtraum und Fassaden hinsichtlich der verwendeten räumlichen Situation und ihrer Betrachtung des Raumes untersucht. Einen weiteren Schwerpunkt der Untersuchung bildete die Verortung der verwendeten Stadtraumbeispiele in einer virtuellen Stadt. Über die daraus ablesbare Anwendbarkeit der einzelnen Forschungsergebnisse lassen sich Rückschlüsse ziehen auf die Vollständigkeit einer solchen aus akustischen Untersuchungen gebildeten Stadt. Darüber hinaus werden die, jeweils ihrer Disziplin eigenen Raumbegriffe, nebeneinander ablesbar und vergleichbar.

Mi. 9:00 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz III

EU-Umgebungslärmrichtlinie und ruhige Gebiete

Matthias Hintzsche^a und Eckhart Heinrichs^b

^a*Umweltbundesamt; b LK Argus GmbH*

Die 2002 in Kraft getretene EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG regelt die Erarbeitung von strategischen Lärmkarten und die Aufstellung von Lärmaktionsplänen für lärmbelastete Bereiche. Neben der Lärmsanierung dieser Bereiche verfolgt die Richtlinie das Ziel, so genannte ruhige Gebiete zu identifizieren und vor einer Lärmzunahme zu schützen. Der Vorsorgegedanke beim Schutz der ruhigen Gebiete ist ein wichtiger Aspekt der allgemeinen Aufenthaltsqualität, denn wohnungsnahe Erholungsgebiete, in denen man "zur Ruhe kommt", sind ein wichtiges

Qualitätsmerkmal von Städten. Es gibt jedoch weder auf EU- noch auf Bundesebene allgemeingültige Kriterien für die Auswahl ruhiger Gebiete. Zudem bestehen offene Fragen zur Bindungswirkung und zu möglichen Rechtsfolgen der Festsetzung solcher Gebiete. Daher bestehen bei vielen Gemeinden noch Hemmnisse sich mit diesem Thema verstärkt zu beschäftigen. In diesem Beitrag werden die bisherigen Vorgehensweisen bei der Auswahl von ruhigen Gebieten analysiert und die rechtlichen Rahmenbedingungen dargestellt. Darauf aufbauend werden Handlungsempfehlungen gegeben, um die Ausweisung ruhiger Gebiete zu forcieren und damit die Lebensqualität der Bevölkerung zu erhöhen.

Mi. 9:20 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz III

Effiziente und stadtverträgliche Maßnahmen zur Lärmreduzierung in logistischen Knoten im Binnenland (Duisburger Hafen) im Rahmen eines aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Forschungsvorhabens.

Michael Wirtz, Axel Hübel und Anika Königs

Peutz Consult GmbH

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Umsetzung von lärmvermeidenden und -mindernden Maßnahmen unter Berücksichtigung der logistischen Effizienz im Binnenhafen Duisburg auf Basis der messtechnisch bestimmten Lärmemissionen im Bestand. Nutzungs-konflikte sind zu minimieren, zukünftige Entwicklungspotentiale bei Be-achtung stadtverträglicher Lösungen für typische Konfliktthemen in der Hafen- und Stadtentwicklung sind aufzuzeigen. Der Vortrag befasst sich mit den schalltechnischen Aspekten. Dies erfolgt durch Aufnahme und Beschreibung immissionsrelevanter Prozesse der Akteure im Binnenha-fen und dessen Umfeld auf Grundlage von ortsgebundenen Langzeit-messungen und Kurzzeitmessung im Anlagenahnbereich sowie mittels eines digitalen Simulationsmodells, welches die immissionsrelevanten Hafenprozesse und deren lärumspezifische Entwicklungspotentiale abbil-det. Beschrieben werden die Prozesse inkl. Lärmquellen, die Zuständigkeiten und deren Auswirkungen sowie deren Relevanz und Häufigkeit. Durch die Aufnahme und Analyse relevanter technischer, baulicher und neuer Technologien zur Lärmverminderung sowie die Analyse von be-stehenden Maßnahmen und Handlungsmöglichkeiten werden mögliche vorhandene Lärmkonflikte entschärft und / oder schalltechnische Ent-wicklungspotentiale aufgezeigt.

Mi. 9:40 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz III

Städtebaulicher Lärmschutz und Baulärm

Stefan Plangger

Rechtsanwalt

Die Innenentwicklung geht auch immer mit Bauaktivitäten einher. Da-her ist es an der Zeit, die hierzu geltende Rechtsvorschrift, die lange in Vergessenheit geraten schien, zu betrachten. Dazu gehört eine kurze

Einführung in die Geschichte der rechtlichen Erfassung von Lärm. Diese begann 1965 mit dem Baulärmgesetz, gefolgt von der Verwaltungsvorschrift TA-Lärm von 1968, der AVV Baulärm von 1970 und schließlich dem BlmSchG von 1974. Heute sind als Spezialvorschriften immer noch die AVV Baulärm und die 2. TA Lärm von 1998 in Kraft, welche ausdrücklich nicht für Baulärm gilt. Der Vortrag soll die rechtlichen Rahmenbedingungen der AVV Baulärm aufzeigen, immer mit Blick auf die neuere TA-Lärm und das BlmSchG. Des weiteren sollen Möglichkeiten des Umgangs mit Baulärm im Innenstadtbereich aufgezeigt werden, die sich nicht nur zwischen geduldeten Lärmwerten von 80 dB(A) oder Bau-stopp bewegt. Exemplarisch soll dies an den lärmintensivsten Arbeiten - Abbruch und Tiefbau aufgezeigt werden.

Mi. 10:00 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz III

Nebeneinander von Wohnen und Gewerbe

Volker Pischke

Berlin, Senatsverwaltung

Die Diskussion um die Verdichtung der Städte führt dazu, dass die Vorgaben der TA Lärm in Frage gestellt werden. Die Regelungen zum Schutz vor Gewerbelärm werden durch die Politik und teilweise durch die Städteplaner als Hemmnis bei der Bereitstellung von preiswertem Wohnraum wahrgenommen. Es wird die Erhöhung von Immissionsrichtwerten und die Anwendung von passiven Schallschutzmaßnahmen diskutiert. Anhand von Beispielen aus der Praxis wird dargestellt, dass es aus der Sicht des Autors keiner grundlegenden Änderung der TA Lärm bedarf, um ein Nebeneinander von Wohnen und Gewerbe auch in verdichteten Städten zu ermöglichen. Durch Nutzung technischer, organisatorischer oder Regelungstechnischer Möglichkeiten können Nachverdichtungen unter Wahrung der bewährten Umweltstandards und der Rechtssicherheit der Betreiber und Anwohner realisiert werden. Es soll gezeigt werden, dass die Bestrebungen passive Schutzmaßnahmen gegen Gewerbelärm zu etablieren, häufig auf einem Missverständnis beruhen, das aufgrund der gängigen Einzahlwerte für Außen- und Innenpegel sowie für Schalldämm-Maße bei Laien auftritt.

Mi. 10:20 CAP3-HS3

Städtebaulicher Lärmschutz III

Lärmschutz bei Sportanlagen

Regina Heinecke-Schmitt

SMUL Umweltministerium Sachsen

Sport und Wohnen sind wichtige Bestandteile des gesellschaftlichen Lebens. Zwischen der Nutzung von Sportanlagen und dem Ruhebedürfnis der Nachbarschaft ist dabei ein fairer Interessenausgleich erforderlich. Seit 1991 ist die Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BlmSchV) dafür eine wesentliche Grundlage. Im Interesse der Rechtssicherheit und der Gleichbehandlung setzt sie bundeseinheitliche Maßstäbe für die Beurteilung der von Sportanlagen ausgehenden schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche. Sport- und Kommunale Spitzenverbände

sowie Teile der Politik sehen diesen Interessenausgleich seit einiger Zeit nicht mehr gewährleistet und fordern angesichts der baulichen Verdichtung im städtischen Raum und gesellschaftlicher Veränderungen eine Überarbeitung der 18. BImSchV. Der Koalitionsvertrag für die 18. Legislaturperiode des Deutschen Bundestages enthält daher das Ziel, "die Interessen des Sports ... in immissionsschutzrechtlichen Konfliktlagen angemessen zu berücksichtigen" und "eine Änderung der einschlägigen rechtlichen Bestimmungen (zu) prüfen". Mehrere Bundesratsinitiativen und Gesetzentwürfe der Bundesregierung werden seither kontrovers diskutiert. Die Forderungen reichen dabei von einer immissionsschutz- und baurechtlichen Privilegierung von Sportanlagen über eine Erweiterung der Kinderlärmprivilegierung auf Sport- und Freizeitanlagen und die Abschaffung von Ruhezeiten bis hin zu einer Länderöffnungsklausel, die eine Abkehr von bundeseinheitlichen Schutzstandards zur Folge hätte. Der Vortrag beleuchtet Hintergründe und Entwicklung der Diskussion und zeigt anhand von Beispielen aus dem Vollzug Möglichkeiten der Konfliktbefriedung auf.

Sitzung „Lärmschutz I“

Mi. 10:40 CAP3-HS3

Lärmschutz I

Minderung des Schienengüterverkehrslärms durch Maßnahmen an der Infrastruktur

Percy Appel und René Weinandy

Umweltbundesamt

Lärm erhöht das Risiko für schwere Krankheiten und ein erheblicher Anteil der deutschen Bevölkerung fühlt sich durch Schienengüterverkehrslärm belästigt. Aus diesem Grunde wurde in dem Koalitionsvertrag 2013 festgelegt, dass der Lärm durch den Schienengüterverkehr bis 2020 halbiert werden soll. Die angestrebte Halbierung des Schienengüterverkehrslärms, also eine Verringerung um etwa 10 dB(A), ist aber nicht ausreichend, um die Menschen vor gesundheitsgefährdendem Schienengüterverkehrslärm zu schützen. Es bleibt daher danach noch weiterer Bedarf an Lärmverringerung. Diese können durch eine Kombination weiterer Maßnahmen am Wagen, der Lokomotive und an der Infrastruktur erreicht werden. Bei der Infrastruktur ist jedoch auch wichtig, dass vor allem solche Maßnahmen ergriffen werden, die sich gut in das Gesamtbild der entsprechenden Region einfügen. Eine sechs Meter hohe Beton-Lärmschutzwand sollte nur als letztes Mittel genutzt werden, wenn andere Maßnahmen nicht zielführend sind. Der Forschungsbericht "Strategien zur effektiven Minderung des Schienengüterverkehrslärms in Deutschland" stellt hier innovative Maßnahmen vor, vom Akustischen-Hochgeschwindigkeits-Schienenschleifen bis hin zu niedrigen Schallschutzwänden. Weiterhin werden auch Maßnahmen betrachtet, die singuläre Ereignisse verringern können, wie z.B. das Kurvenkreischen. In

dem Vortrag werden die vorgestellten Maßnahmen unter Lärmverringungsmöglichkeiten im Bezug zu den Investitions- und Betriebskosten betrachtet.

Mi. 11:00 CAP3-HS3

Lärmschutz I

Optimierung von Rumpelstreifen mittels Wahrnehmungstests

Christian Kasess^a, Thomas Maly^b, Wolfgang Kluger-Eigl^c und Holger Waubke^a

^a*Österr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung;* ^b*Institut für Verkehrswissenschaften, Forschungsbereich Eisenbahnwesen, TU Wien;* ^c*Institut für Verkehrswissenschaften, Forschungsbereich Straßenwesen, TU Wien*

Rumpelstreifen sind entlang des Fahrbahnrandes in den Straßenbelag gefräste Vertiefungen, die beim Überfahren akustisch und taktil vor dem Verlassen der Fahrbahn warnen. Dadurch weisen sie zwar eine positive Wirkung auf die Verkehrssicherheit auf, jedoch ist die Anwendung wegen der erhöhten Lärmbelastung beim Überfahren im Nahbereich bebauter Gebiete problematisch. Ziel dieses Projektes ist es, mögliche Varianten für Rumpelstreifen zu bestimmen, welche eine vergleichbare aufmerksamkeitsregende Wirkung für den Fahrer aufweisen und zugleich weniger Lärm in der Umgebung verursachen. Dazu wurde eine Teststrecke mit neun unterschiedlichen Fräsmustern erstellt. Um die akustische Wirkung der Schallimmissionen sowie des Fahrzeugginnengeräusches zu beurteilen, wurden binaurale und konventionelle Messungen an der Teststrecke, sowie in einem Personen- und einem Lastkraftwagen durchgeführt. Ergänzend wurden Beschleunigungen am Lenkrad und am Fahrsitz erfasst. Mittels der akustischen Messungen wird ein Simulationsmodell für nicht auf der Teststrecke vorhandene Fräsmuster entwickelt. Es werden hierbei verschiedene Ansätze verfolgt, wie zum Beispiel die Überlagerung gemessener Impulsantworten oder die direkte Modifikation bestehender Messungen. Durch Wahrnehmungstests im Labor zur subjektiven Beurteilung gemessener und simulierter Überfahrten und durch Vergleich der Beschleunigungswerte sollen optimierte Muster gefunden werden, welche im Anschluss auf der Teststrecke ergänzt und durch erneute Messungen überprüft werden.

Mi. 11:20 CAP3-HS3

Lärmschutz I

Bewertung von Flugroutensystemen unter Berücksichtigung der Gesamtlärmbeurteilung nach VDI 3722 - Blatt 2

Kai Johannsen und Andreas Lenz

Flughafen Berlin Brandenburg GmbH

Spätestens seit der Diskussion um die Flugrouten des Flughafens BER besteht ein großes Interesse, Flugroutensysteme als Ganzes zu bewerten. Das Umweltbundesamt hatte im Rahmen der Benehmensregelung die BER-Flugrouten bewertet und hierbei auch Dosis-Wirkungsbeziehungen herangezogen. Seit dem Jahr 2013 gibt es die

VDI 3722 Blatt 2 in der die Vorgehensweise der Gesamtlärmberachtung beschrieben wird. Hier liegen ebenfalls Dosis-Wirkungsbeziehungen zu grunde.

In diesem Beitrag werden verschiedene sich stark unterscheidende Flugroutensysteme untersucht und zur Bewertung die VDI 3722 herangezogen. Auf diese Weise ergeben sich Einzahlwerte zur Klassifizierung der Vorzugsvarianten unter Lärmschutzgesichtspunkten.

Bei der Gesamtlärmberachtung hat die Wahl des Bezugsraums aber auch die Berücksichtigung niedriger Pegel einen großen Einfluss. Neben diesen Parametern wird auch die Rechenunsicherheit betrachtet und die Notwendigkeit eines Abschneidekriteriums diskutiert.

Abschließend werden die Ergebnisse der Gesamtlärmberachtung denen unter alleiniger Berücksichtigung des Fluglärm gegenübergestellt.

Mi. 11:40 CAP3-HS3

Lärmschutz I

Fluglärmberchnungen nach CNOSSOS-EU in Deutschland

Juliane Bopst

Umweltbundesamt

Mit der Einführung der EU-weit harmonisierten Lärmberchnungsmethoden CNOSSOS-EU gemäß Anhang II der EU-Umgebungslärmrichtlinie wird es ab 31.12.2018 erstmals in der EU ein weitgehend einheitliches Berechnungsverfahren, u.a. zur Ermittlung von Fluglärm, geben. Anders als die "Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen, AzB" zielt die Fluglärmberchnungsvorschrift von CNOSSOS-EU nicht auf Prognoseszenarien ab, sondern soll gemäß Vorgabe der EU-Umgebungslärmrichtlinie die Fluglärm situation in der Vergangenheit bestimmen. Hierfür bietet CNOSSOS-Fluglärm ein flexibles Instrument, das je nach Anwendungszweck beliebig detaillierte Berechnungen ermöglicht. Eine sachgerechte Anwendung von CNOSSOS-Fluglärm setzt daher ein gewisses Maß an Erfahrung und Sachkenntnis voraus. Gleichzeitig schließt diese Variabilität eine Qualitätssicherung und infolgedessen auch rechtssichere Berechnungsergebnisse aus. Bei der Umsetzung von CNOSSOS-Fluglärm in nationales Recht ergibt sich deshalb eine Diskrepanz zwischen dem Wunsch nach einer eindeutigen, praktikablen und rechtssicheren Berechnungsvorschrift und dem Anspruch von CNOSSOS-Fluglärm, flexible Berechnungen zu ermöglichen. Daher erfordert die nationale Umsetzung von CNOSSOS-Fluglärm Ergänzungen, die diese Berechnungsvorschrift hinsichtlich der in Deutschland vorhandenen Flugbetriebssituationen und anderen üblichen Bedingungen konkretisieren. Für die Anwendung von CNOSSOS-Fluglärm in Deutschland hat das Umweltbundesamt ein Forschungsvorhaben vergeben, das insbesondere die Entwicklung von Testaufgaben vorsieht, die eine in der Praxis einheitliche Anwendung ermöglichen. Die Option nach spezifischen, lokalen Gegebenheiten zu rechnen, bleibt weiterhin erhalten.

Sitzung „Lärmschutz II“Mi. 14:20 CAP3-HS3Lärmschutz II**Untersuchungen zur Verbesserung der akustischen Eigenschaften im tieferen Frequenzbereich von Glaswollpaketen für Flugzeugkabinenisolierungen****Hannah Hoppen^a, Wolfgang Gleine^a und Otto von Estorff^b**^a*Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg; ^bTU Hamburg-Harburg*

Die Entwicklung neuer Flugzeugkonzepte berücksichtigt zunehmend Triebwerke mit größer werdendem Nebenstromverhältnis. Einhergehend mit dieser Veränderung tritt in der Flugzeugkabine ein tonhaltiges Schallspektrum im Frequenzbereich unter 1000 Hz auf. Die derzeitige Isolierung, bestehend aus einer Doppelwand, aus der Flugzeugstruktur sowie der Kabinenwandverkleidung mit eingebetteten Glaswollpaketen, liefert gute Schallisolationseigenschaften im höheren Frequenzbereich ab 1000 Hz.

In diesem Beitrag werden Konzepte untersucht, in wie weit man die Eigenschaften der Glaswolle so verändern kann, dass sie auch im tieferen Frequenzbereich unter 1000 Hz verbesserte Schallisolationseigenschaften aufweist.

Mi. 14:40 CAP3-HS3Lärmschutz II**Priorisierung von Lärmminderungsmaßnahmen in Verkehrsnetzen**Sebastian Eggers**LÄRMKONTOR GmbH**

Sowohl in der Lärmaktionsplanung als auch etwa in der Straßenunterhaltung stellt sich die Frage, wie begrenzte Ressourcen ideal eingesetzt werden und wie Maßnahmen zur Lärmminderung priorisiert werden können. Gezeigt werden soll ein neuer Ansatz, um Hot-Spots auch in größeren Verkehrswegenetzen zu identifizieren. Dabei wird ein Verfahren vorgestellt, das über die Darstellung von Belastetenschwerpunkten hinausgeht. Es sollen statt der Orte der resultierenden Immission die relevant beitragenden Emittenten hervorgehoben werden, an denen vorzugsweise bei der Lärmminderung angesetzt wird. Das entwickelte Verfahren kann nach gegebenen Parametern (wie etwa möglicher Emissionsminderung, Kostengrenzen, maximaler Streckenlänge) automatisiert eine Priorisierung erstellen und visualisieren. Nach allgemeinen Vorberechnungen wird nur eine kurze Rechenzeit benötigt, sodass eine Vielzahl von Varianten in kürzester Zeit untersucht werden kann. Zur zusammenfassenden Bewertung der Belastung lassen sich unterschiedliche existierende Verfahren einsetzen. Mit Ansätzen wie der VDI 3722-2 ist auch eine Gesamtlärmbewertung bei Mehrfachbelastungen durch verschiedene Verkehrsträger möglich.

Mi. 15:00 CAP3-HS3

Lärmschutz II

Einfluss von Witterung auf die akustischen Eigenschaften von Lärmschutzwänden

Marco Conter, Martin Czuka, Reinhard Wehr und Andreas Fuchs

AIT Austrian Institute of Technology

Lärmschutzwände sind eine weit verbreitete technische Maßnahme zur Reduktion von Lärmimmissionen aus dem Straßen- und Schienenverkehr. Das Forschungsprojekt IBIS untersuchte den Einfluss von unterschiedlichen Umweltfaktoren wie Temperatur, Nässe und Feuchte auf das akustische Verhalten von Standard-Aluminiumkassetten. Nach einer Literaturstudie wurde das in-situ Messverfahren der Schallreflexion nach CEN/TS 1793-5 für Untersuchungen in einer Klimakammer adaptiert. Messungen der in-situ Schallreflexion haben bei verschiedenen Lufttemperaturen und -feuchtigkeiten stattgefunden. Zudem wurde das akustische Verhalten (Schalldämmung und Schallreflexion) eines Standardelements nach einer kontrollierten Berechnung mittels in-situ Messungen nach EN 1793-5 und EN 1793-6 untersucht. Auf Basis der durchgeführten Messungen wurde der Einfluss der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit sowie von Nässe auf die bereits erwähnten akustischen Eigenschaften untersucht. Aufbauend auf den Messergebnissen und der Literaturrecherche wurden Analysen durchgeführt, mit dem Ziel ein Prognosemodell über den Einfluss von Witterung auf die Schalldämmung und die Schallreflexion zu erstellen. Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung werden in diesem Artikel präsentiert. Die ebenfalls in diesem Projekt durchgeführten Untersuchungen zum Thema Langzeitverhalten werden in einem anderen Fachbeitrag präsentiert. Das Projekt IBIS wurde von der Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG im Rahmen des Forschungsprogramms "Mobilität der Zukunft" (Ausschreibung 2012, Projektnummer 840444) gefördert.

Mi. 15:20 CAP3-HS3

Lärmschutz II

3D-Simulation und Wirkungsanalyse von Lärmschutzmassnahmen mittels Randelementmethode

Peter Inäbnit

Amt für Raumplanung / Lärmschutz, Liestal (CH)

Die bauliche Verdichtung innerhalb des Siedlungsraumes geschieht oft in Gebieten, die gut Erschlossen, gleichzeitig jedoch durch Lärm bereits erheblich vorbelastet sind. Die Anforderungen an Bauprojekte in diesen lärmbelasteten Gebieten sind entsprechend hoch. Da die Lärmschutzmassnahmen gemäss der schweizerischen Lärmschutz-Verordnung (LSV, Art. 31) oftmals nicht ausreichen, resp. sich in den konkreten Projekten nicht immer umsetzen lassen, werden zunehmend Massnahmen an der Gebäudefassade umgesetzt, welche ein ruhiges Belüftung über die Fenster ermöglicht. Mittels numerischer Methoden können immer mehr komplexe Berechnungsaufgaben im 2- und 3-dimensionalen Raum gelöst werden. So lassen sich auf der Basis der

Helmholtz-Gleichung akustische Fragestellungen mit der Randelementmethode (engl. boundary element method, BEM) lösen. Deshalb untersucht die Lärmschutzfachstelle Basel-Landschaft mit Unterstützung der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) den Einsatz der BEM zur Beurteilung von Lärmschutzmassnahmen an den Fassaden von Gebäuden. Grundsätzlich soll aufgezeigt werden, ob mit aktuellen BEM-Tools die grossflächigen Strukturen berechnet werden können. Weiter werden für verschiedene Lärmschutzmassnahmen Berechnungen durchgeführt, um deren Wirksamkeit nachzuweisen. Dabei werden die Berechnungsergebnisse zur Validierung mit Messungen verglichen. Ziel wäre, dass neue Ansätze von Lärmschutzmassnahmen bereits in der Entwicklung verlässlich auf ihre Wirksamkeit getestet werden könnten, ohne dass zuerst eine Massnahme baulich umgesetzt und anschliessend mittels Messungen die Wirksamkeit ermittelt werden muss.

Mi. 15:40 CAP3-HS3

Lärmschutz II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Lärmschutz (Poster)“

Kurzvorträge: Mi. 15:40 (CAP3-HS3); Poster-Forum: Mi. 16:00

Mi.

Lärmschutz (Poster)

Kritische Faktoren für den erfolgreichen Einsatz von lärmarmen Belägen im Innerortsbereich

Erik Bühlmann^a, Sebastian Egger^a und Hanspeter Gloor^b

^a*Grolimund + Partner AG; ^bDepartement Bau Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Tiefbau*

Im Innerortsbereich hängen die Erfolgschancen von lärmarmen Belägen nicht immer einzig von den Belagsspezifikationen und der Einbauqualität ab, sondern werden häufig durch belagsfremde Fahrbahnelemente wie Schachtdeckel, Strukturmarkierungen, Betonelemente, Fahrbahnübergänge und Fugen bestimmt. Da sich das Lärmniveau durch den Einbau lärmärmer Beläge stark senken lässt, wirken Impulsgeräusche durch überfahrenen belagsfremder Elemente zum Teil störender auf die Anwohner als vor dem Einbau des lärmarmen Belags. Diese Tatsache kann bei der Planung und beim Einbau jedoch häufig nicht ausreichend berücksichtigt werden, da die Grundlagen zur Abschätzung des akustischen Einflusses belagsfremder Fahrbahnelemente bisher nur wenig dokumentiert sind. Ziel dieses Projektes ist es, kritische Faktoren für den erfolgreichen Einsatz von lärmarmen Belägen im Innerortsbereich herauszustellen und zu bewerten. Anhand gezielter Rollgeräuschmessungen mit der Close-Proximity Methode wurden die Schallpegel beim Überrollen belagsfremder Fahrbahnelemente spezifisch erfasst und bewertet. Durch Eruiierung der wichtigsten Einflussfaktoren belagsfremder Fahrbahnelemente auf die Akustik werden deren Ursache und Wirkungsbandbreite konkret bestimmt. Die Studie präsentiert Vorschläge

zur Minimierung der negativen Wirkung von belagsfremden Fahrbahn-elementen, die den Erfolg von lärmarmen Belägen im Innerortsbereich gewährleisten.

Mi.

Lärmschutz (Poster)

Beurteilung von Anwohnerverkehr

Ivo Haltenorth

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH

Bei Bauvorhaben in Wohngebieten stehen Bauherren, Projektsteuerer und auch Akustikberater oft vor der Fragestellung, wie der Anwohnerverkehr zu beurteilen ist, wenn dessen Parkvorgänge nicht im öffentlichen Straßenraum stattfinden, sondern etwa in gebäudeeigenen Tiefgaragen (insbesondere Zufahrtbereichen) oder auf Anwohnerparkflächen gewerblicher Anbieter. In manchen Fällen fordern Behörden die Einhaltung der Anforderungen der TA Lärm, was bei Überschreitung und Genehmigungsverweigerung zur Behinderung gezielten Anwohnerparkverkehrs und damit zu einem erhöhten Parksuchverkehr auf öffentlichen Straßen oder einem Heranrücken von Parkvorgängen an schutzwürdige Nachbarbebauung führen kann. Der derzeitige Stand der Regelungen und Rechtsprechung gibt ungenaue oder widersprüchliche Aussagen wieder. Anhand einiger Beispiele der Praxis werden die Problemstellung aus akustischer Sicht betrachtet und Schlussfolgerungen gezogen.

Mi.

Lärmschutz (Poster)

Zur Varianz der Immissionspegel von Windenergieanlagen

Karl-Wilhelm Hirsch und Till Kühner

Cervus Consult GmbH

Wegen der postulierten großen wirtschaftlichen und politischen Bedeutung von Windenergieanlagen im Hinblick auf die so genannte Energiewende sind nicht-fachliche Einflüsse auf die Festlegung und Anwendung von Prognose-, Mess- und Beurteilungsverfahren ihres Lärms in der Nachbarschaft überall spürbar. Objektivierbare physikalische Aspekte der Quellbeschreibung und der Schallausbreitung werden gegen die politisch beeinflussbare verwaltungsakustische Regelsetzung ausgespielt. In diesem Spannungsfeld hat der NALS im DIN und VDI, ein Interimsverfahren für die Schallausbreitungsrechnung festgelegt, das die Erfahrung und Expertise des zuständigen Arbeitskreises bündelt. Das Verfahren berücksichtigt pauschal die Erkenntnisse moderner Schallausbreitungsmodelle und bleibt dennoch im verwaltungsakustisch vorgegebenen Schema der DIN ISO 9613-2 bei der Prognose des Langzeitmittelungspegels für günstige Ausbreitungsbedingungen. Es stellt zurzeit den Stand der Technik dar, auch wenn einvernehmlich festgestellt ist, dass die physikalische Quellbeschreibung und die Beschreibung der Schallausbreitung durch die vom Betrieb der Anlage selbst gestörten Atmosphäre zu wünschen übrig lassen. Der Beitrag stellt der einfachen Angabe eines Mittelungspegels eine Pegelverteilung gegenüber, die das

Potential des zu erwartenden Immissionspegel kennzeichnet; Eine Verteilung, die sich durch Variation der Eingangsparameter eines weitentwickelten Schallausbreitungsmodells ergibt. Die Betrachtungen werden durch eine Diskussion über Kaustiken ergänzt. Die Pegelverteilung mag bei der Messplanung und Interpretation von Messergebnissen und Modellvorhersagen dazu dienen, die Unsicherheit abzuschätzen.

Mi.

Lärmschutz (Poster)

Knoten und Kreisel - Wie ist die abweichende Belags- und Störwirkung zu berücksichtigen?

Erik Bühlmann^a, Valentina Cocco^a, Tina Saurer^a und Hanspeter Gloor^b
^a*Grolimund + Partner AG; ^bDepartement Bau Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Tiefbau*

Der für die Beurteilung des Strassenlärms massgebende Beurteilungspegel basiert meist auf dem Mittelungspegel welcher anhand jahrsdurchschnittlicher Verkehrsverhältnisse bei frei fliessendem Verkehr ermittelt wird. Wie verschiedene Untersuchungen gezeigt haben, werden Spezialsituationen wie Knoten und Kreisel hinsichtlich des Belästigungspotentials durch den Mittelungspegel aufgrund von Pegelschwankungen und Frequenzverschiebungen nicht ausreichend beschrieben. Ziel dieser Studie ist die Entwicklung eines einfachen Verfahrens zur Berücksichtigung der abweichenden Belags- und Störwirkung bei Knoten und Kreiseln. Basierend auf Erkenntnissen neuverfügbarer Studien zur Lästigkeit, psychoakustischer Bewertungsschemata, sowie gezielt durchgeführter statistischer Felderhebungen werden Zuschläge (Korrekturen in dBA) für die Belags- und die Störwirkung für verschiedene Knoten und Kreisel-Situationen ausgearbeitet. Zur praktischen Anwendung präsentiert die Studie situations-, distanz- und verkehrsaufkommensabhängige Korrekturen zur Berücksichtigung von Pegelauswirkungen (Einfluss des Strassenbelages, emissionsseitig) und der subjektiven wahrgenommenen Störwirkung (immissionsseitig). Aus der Studie erfolgt eine praxisorientierte Anwendungshilfe mit welcher sowohl im Lärmvollzug, als auch in der Planung die Lärmauswirkungen von Knoten und Kreiseln abgebildet werden können

Mi.

Lärmschutz (Poster)

Schallpegelanalyse von Be- und Entladevorgängen mit Palettenhubwagen und beladener Palette bei Lkw in Logistikzentren

Martin Heroldt

Uppenkamp und Partner GmbH (TU Berlin)

In Gewerbe- und Industriebetrieben werden zur Beurteilung der Schallimmissionen aus der Be- und Entladung von Paletten auf Lkw Daten aus einer 1995 veröffentlichten Studie herangezogen ("HILUG-Studie"). Um technischen Neuerungen gerecht zu werden, werden aktuelle Messwerte benötigt. In dieser Arbeit wurde deshalb die Frage beantwortet: Wie

laut sind Be- und Entladevorgänge von Paletten mit einem Palettenhubwagen heute? Dazu wurden die Schallpegel dreier verschiedener Varianten aus Kombinationen unterschiedlicher Überladebrücken und Torrandabdichtungen gemessen. TYP 1 verfügte über eine Außenladerampe, während TYP 2 und 3 in der Halle befindliche Überladebrücken hatten. Die Be- und Entladung wurde mit einem Palettenhubwagen und einer standardisiert beladenen Palette durchgeführt. Die Schalldruckpegel bei TYP 1 waren aufgrund der Außenrampe stets am höchsten, bei TYP 3 am niedrigsten. Die Kombination einer innenliegenden Vorschubüberladebrücke mit Teleskoplippe und einer Torrandabdichtung führte hier zu einer deutlichen Senkung der Schallpegel. Der Vergleich der Schallleistungspegel der neuen Messungen mit den Daten aus 1995 zeigt eine deutliche Reduzierung um bis zu 8 dB (A) (TYP 1). Die Be- und Entladevorgänge von Lkw mit Palette und Hubwagen sind in den vergangenen Jahren also leiser geworden und die Ergebnisse dieser Arbeit können als neue Datenbasis für Schallimmissionsprognosen dienen.

Sitzung „Lärmschutz III“

Mi. 16:40 CAP3-HS3

Lärmschutz III

Akustische Eigenschaften von durchlochtem Membran-Metamaterialien

Felix Langfeldt^a, Hannes Kemsies^a, Wolfgang Gleine^a und Otto von Estorff^b

^a*Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg;* ^b*TU Hamburg-Harburg*

Akustische Membran-Metamaterialien bestehen aus dünnen, vorgespannten Membranen mit darauf aufgebrachten Massen. Trotz ihrer vergleichsweise leichten Bauweise mit Flächenmassen um 2 kg/m^2 zeichnen sich diese Strukturen durch Schalldämmmaße aus, die in schmalen Frequenzbereichen unter 1000 Hz erheblich größer sein können als die Schalldämmmaße von Einfachwänden, die nur dem Massegesetz folgen. Dies macht akustische Membran-Metamaterialien besonders für solche Anwendungsfälle interessant, in denen Schallschutzmaßnahmen strengen Gewichtsgrenzen unterliegen (wie z.B. in Flugzeugkabinen). Die schmalbandige akustische Wirkungsweise dieser Metamaterialien ist jedoch nachteilig für eine potenzielle Anwendung. Mittels einer Perforation der Membran ist es möglich, die tief frequente Schalldämmung von Membran-Metamaterialien breitbandiger zu gestalten, ohne die Gesamtmasse zu verändern. Die Perforation kann z.B. im Innern einer Ringmasse erfolgen. Das eingegrenzte Luftvolumen agiert als zusätzlicher Freiheitsgrad in dem dynamischen System, welcher zur Einstellung der Schalldämmmeigenschaften genutzt werden kann. Im vorliegenden Beitrag wird ein einfaches theoretisches Modell basierend auf der Impedanzmethode dazu verwendet, die physikalischen Mechanismen in diesen durchlochten Membran-Metamaterialien zu erklären. Erweiterte

Konfigurationen, z.B. Kombinationen mehrerer durchlochter Membran-Metamaterialien, werden mit Hilfe von analytischen Berechnungen und Impedanzrohrmessungen untersucht und hinsichtlich der Schalldämmung und -absorption bewertet.

Mi. 17:00 CAP3-HS3

Lärmschutz III

Lärmarme Beläge - Erhalten was man bestellt!

Erik Bühlmann^a, Emanuel Hammer^a und Hanspeter Gloor^b

^a Grolimund + Partner AG; ^b Departement Bau Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Tiefbau

Lärmarme Beläge werden häufig als Lärmschutzmassnahme in Erwägung gezogen. Um die Lärmpegel unterhalb zulässiger Grenzwerte bringen zu können, müssen durch die lärmarmen Beläge gewisse akustische Leistungen garantiert werden können. Dies kann entweder mittels akustischer Zertifizierung von Unternehmerprodukten oder der Normierung von lärmarmen Rezepturen erfolgen. In der Schweiz wurde deshalb eine Norm für die Herstellung von lärmarmen semi-dichten Asphalten SDA erarbeitet. Obwohl diese den erfolgreichen Einbau von lärmarmen Belägen garantieren soll, variiert deren akustische Wirkung in der Praxis stark. Wirkungsanalysen haben gezeigt, dass trotz Einhaltung der Norm, der zugängliche und akustisch wirksame Hohlräumgehalt variiert. In dieser Studie werden belagstechnische Parameter eruiert, welche die Variabilität der akustischen Wirkung verursachen. Dabei wurde ein Datensatz von Mischgut- und Bohrkernuntersuchungen sowie weiteren bautechnischen Abklärungen zusammen mit Rollgeräuschmessungen CPX auf fast 200 eingebauten Belägen analysiert. Die Studie präsentiert wichtige belagstechnische Parameter und deren Optima-Werte, welche für eine normbezogene akustische Spezifizierung von lärmarmen Belägen entscheidend sind um deren langanhaltende Wirkung zu garantieren. Somit wird dem Lärmvollzug ein Hilfsmittel zur Verfügung gestellt, welches die Bestellung eines lärmarmen Belages unter Gewährleistung der Wirkung erlaubt.

Mi. 17:20 CAP3-HS3

Lärmschutz III

Untersuchung zur akustischen Wirkung von Photovoltaik-Modulen

Christoph Hiltner und Jörg Bienert

Technische Hochschule Ingolstadt

Motiviert durch einen geplanten dreispurigen Ausbau der Bundesstraße B16 nahe der Gemeinde Weichering (Oberbayern), entstand die Idee, neben der systemimmanen Energieerzeugung auch den möglicherweise vorhandenen akustischen Effekt einer Photovoltaik-Anlage zu nutzen, um den Straßenlärm zu minimieren. Hierzu wurde im Rahmen eines Studentenprojekts der Technischen Hochschule Ingolstadt die akustische Wirkung von Photovoltaik-Modulen untersucht, wenn diese auf

einem Lärmschutzwall positioniert werden. Mithilfe eines maßstabsgetreuen Modells, welches sowohl den bereits vorhandenen Lärmschutzwall, als auch die PV-Module darstellte, wurden gemäß der statistischen Versuchsplanung Messungen durchgeführt. Aufgrund des skalierten Aufbaus im Maßstab 1:12 musste das relevante Frequenzspektrum auf 24 kHz angepasst werden, welches somit über die menschliche Hörschwelle reichte. Damit konnte der reale Frequenzbereich bis 2 kHz abgedeckt werden, was dem Großteil des Pegels des Verkehrslärms entspricht. Durch eine gezielte Materialauswahl wurden die akustischen Eigenschaften hinsichtlich Absorptions- und Dämmverhalten im skalierten Frequenzbereich reproduziert. Mithilfe eines geeigneten Schallwandlers wurde das Modell anschließend im notwendigen Frequenzbereich beaufschlagt. Durch Variation der Bauzustände konnte die Zusatzwirkung für die Dämmung im 96th Oktav-Spektrum untersucht und anschließend ausgewertet werden. Der sich durch die Anbringung von PV-Modulen an Lärmschutzwällen ergebende Vorteil beträgt bei einreihiger Ausführung bis zu 2 dB, bei doppelreihiger Aufstellung sogar bis zu 4 dB Schalldruckpegel-Senkung.

Mi. 17:40 CAP3-HS3

Lärmschutz III

Verkehrsträgerübergreifende Lärmimmission

Michael Chudalla und Wolfram Bartolomaeus

Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat ein neues Forschungsformat der Ressortforschung ins Leben gerufen. Das BMVI-Expertennetzwerk. Unter dem Leitmotiv "Wissen - Können - Handeln" haben sich sieben Ressortforschungseinrichtungen und Fachbehörden des BMVI zu einem Netzwerk zusammengeschlossen. Ziel ist es, drängende Verkehrsfragen der Zukunft durch Innovationen in den Bereichen Klimaanpassung, Umweltschutz und Risikomanagement aufzugreifen. Zentrale Forschungs- und Innovationsaspekte sind die Anpassung der Verkehrsinfrastruktur an den Klimawandel, die umweltgerechte Gestaltung von Mobilität und Verkehr sowie die Erhöhung der Verlässlichkeit der Verkehrsbauwerke. Das Projekt 5 des Themenfeldes 2 "Verkehr und Infrastruktur umweltgerecht gestalten" beschäftigt sich mit der Minimierung der verkehrsbedingten Lärmelastungen für Mensch und Umwelt. Ziel ist die Entwicklung eines Verfahrens zur verkehrsträgerübergreifenden Erfassung und Bewertung von Lärmimmissionen und daraus abgeleitet die Bewertung und Entwicklung geeigneter gemeinsamer Maßnahmen.

Sitzung „Numerische Akustik I“

Mi. 8:40 OS40-14

Numerische Akustik I

**Numerical Acoustic Models Including Viscous and Thermal losses:
Review of Existing and New Methods**Peter Andersen*Technical University of Denmark*

This work presents an updated overview of numerical methods including acoustic viscous and thermal losses. Numerical modelling of viscothermal losses has gradually become more important due to the general trend of making acoustic devices smaller. Not including viscothermal acoustic losses in such numerical computations will therefore lead to inaccurate or even wrong results. Both Finite Element and Boundary Element formulations are available that incorporate these loss mechanisms. Including viscothermal losses in Finite Element computations can be computationally very demanding, due to the meshing of very thin boundary layers and the added degrees of freedom. These implications can be avoided using the Boundary Element Method with losses, but other shortcomings affect this formulation as well. Through simple test cases, well established acoustic implementations and newly proposed methods including viscothermal dissipation are compared and investigated. This work serves as a guide to enhance the understanding of different formulations.

Mi. 9:00 OS40-14

Numerische Akustik I

Evaluation of Sound Transmission Models for Automotive ApplicationsMaria Gavila Lloret^a, Ulrich Gabbert^b und Gregor Müller^a^a*BMW AG; ^bOtto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mechanik (IFME)*

The weight reduction and electrification trends in the automotive industry pose a major challenge for acoustics. In order to assess the efficiency of passive noise control systems in complex real-world problems such as the sound transmission through the dashboard, robust simulation tools are required during the early development stages. Different modeling techniques to evaluate the acoustic behavior of these components are available, including semi-analytical methods based on transfer matrices, statistical approaches as the statistical energy analysis, discretization techniques like the finite element methods, or hybrid approaches. The final objective of an ongoing investigation is the simplification of existing simulation methods to obtain accurate results while keeping the computational efforts at an industrially affordable level. The performance of the mentioned techniques has been tested on a simplified setup consisting of a flat steel sheet connected with different spring-mass isolating systems. In this paper the applied numerical methods are evaluated in terms of their accuracy, modeling effort and computational costs. A special focus was on the description of the behavior of poroelastic materials.

The results are also compared with measurements of the same configurations performed at a window test bench. Finally, conclusions on the application spectrum of the investigated approaches are presented.

Mi. 9:20 OS40-14

Numerische Akustik I

FEM/BEM Modelling for a Coupled Acoustic Fluid-structure System with Damping Material

Nian Yang^a, Leilei Chen^b, Kheirollah Sepahvand^c, Hong Yi^d und Steffen Marburg^c

^a TU München; ^b College of Civil Engineering, Xinyang Normal University; ^c TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme; ^d State Key Laboratory of Ocean Engineering, Shanghai Jiao Tong University

For light structures immersed in water, a full fluid-structure interaction (FSI) has to be considered when structural acoustics is analyzed. The structural acoustic problem of many practical underwater engineering belongs to coupled acoustic fluid structure problems, like submarine, pipeline and so on. Applying damping material on the structure is a useful method and widely used to reduce the noise radiation for structures in engineering. In this paper, the authors focus on the modeling of the FSI problems with damping material. The structure with damping material is modeled using the finite element method (FEM). The exterior acoustic problem is constructed applying the boundary element method (BEM). The coupling model of this kind of structure and the fluid is investigated. Numerical examples are presented to demonstrate the validity of the proposed modelling.

Mi. 9:40 OS40-14

Numerische Akustik I

Numerical integration for the Isogeometric Boundary Element Method

Sören Keuchel^a, Nils Hagelstein^a, Olgierd Zaleski^a und Otto von Estorff^b
^a Novicos GmbH; ^b TU Hamburg-Harburg

The Boundary Element Method (BEM) is one of the preferred methods to solve the Helmholtz equation numerically. It relies only on a representation of the surface. The common procedure is to approximate the geometry by triangular or quadrangle Lagrange elements, which induces a discretization error to the BEM. This error can be eliminated by a so called Isogeometric Analysis, where the exact geometry description of the CAD model is incorporated directly to the BEM. The solution accuracy is increased significantly, hence, other numerical approximations play an even more considerably role. Especially, the numerical integration is now a main source for a deviation, since it is no more sufficient to compute the values only in the order of the geometry discretization error. In the BEM weakly singular, strongly singular and hypersingular integrals occur, which make the numerical integration quite cumbersome. It is necessary to treat the different types carefully to achieve the desired solution accuracy. The contribution introduces the Isogeometric

Boundary Element Method, shows the influence of the numerical integration and gives some representative numerical examples.

Mi. 10:20 OS40-14

Numerische Akustik I

Vergleich von 3D-Greenschen Funktionen für eine Halbraum-BEM-Implementierung

Rafael Piscoya und Martin Ochmann

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Bei 3D-Halbraumproblemen im Frequenzbereich, bei denen der Boden durch eine endliche Impedanz gekennzeichnet ist, bietet eine BEM-Implementierung einen Vorteil gegenüber anderen Methoden, wenn die Greensche Funktion die Randbedingung am Boden erfüllt. Mit solcher angepassten Greenschen Funktion muss nur die Oberfläche der Strahler und der Streuobjekte diskretisiert werden. Für einen flachen Boden mit gleichmäßiger Impedanz existieren analytische Darstellungen der Greenschen Funktion nur für schallharte und schallweiche Böden. Für andere Arten von Impedanzen finden sich in der Literatur verschiedene Formeln. Um in einer BEM-Formulierung verwendet zu werden, müssen die Greensche Funktion und ihre ersten und zweiten Ableitungen regulär sein. Sollten Singularitäten auftreten, so müssen diese integrierbar sein. In der vorliegenden Arbeit werden vier derartige Formeln untersucht und deren Genauigkeit und Rechenzeit miteinander verglichen. Die Berechnungen werden für drei verschiedene Arten von Impedanzen durchgeführt: für absorbierende (rein reelle), massenartige (rein imaginäre und positive) und federartige (rein imaginäre und negative) Impedanzen.

Mi. 10:40 OS40-14

Numerische Akustik I

B-Splines und Frames

Wolfgang Kreuzer

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

Auf Grund ihrer besonderen Eigenschaften spielen B-Splines in der Numerik eine wichtige Rolle, sei es zur Darstellung von 2D und 3D Objekten mittels CAD oder als Ansatzfunktionen bei FEM und BEM. Diese Eigenschaften machen sie aber auch interessant als generierende Funktionen für Frames. Frames sind eine Verallgemeinerung von Basen und werden hauptsächlich in der Signalverarbeitung verwendet, könnten jedoch auch als Ansatzfunktionen für FEM und BEM von Interesse sein. In diesem Beitrag wollen wir uns mit Framefunktionen beschäftigen, die mittels B-Splines erzeugt werden, und einige ihrer Eigenschaften untersuchen.

Mi. 11:00 OS40-14

Numerische Akustik I

Effiziente BEM-Simulation von absorbierenden Schichtsystemen

Paul Reiter und Harald Ziegelwanger

AIT Austrian Institute of Technology

Die Randelementmethode (engl. boundary element method, BEM) ist ein weit verbreitetes Simulationsverfahren in der Akustik. Es ist geeignet für interne und externe Problemstellungen, wobei mehrere Subdomänen über die Berechnung des Ein- bzw. Zweischichtpotenzials an den Grenzschichten gekoppelt werden können. Durch die Annahme einer komplexen Wellenzahl lässt sich das Schallfeld in einzelnen Subdomänen, wie z.B. durch poröse Materialien, dämpfen. Der Rechenaufwand der BEM wird häufig durch das Ausnutzen von Symmetrien in der akustischen Problemstellung reduziert. Beispielsweise wird häufig eine Symmetrieebene verwendet, um einen reflektierenden Boden zu modellieren. Es sind aber auch andere Symmetrien möglich, wie z.B. eine periodisch-translatorische oder eine periodisch-rotatorische Symmetrie. In der folgenden Arbeit wird eine BEM Formulierung für poröse Materialien und die notwendigen Randbedingungen für eine Kopplung mit dem nicht dämpfendem Außenraum, im Rahmen einer direkten Kollokationsmethode, vorgestellt. Danach erfolgt eine Verallgemeinerung der Kopplung auf eine beliebige Anzahl von Subdomänen (Luft, Absorber, ...). Um den Rechenaufwand der vorgestellten BEM Formulierung zu minimieren, erfolgt eine Beschränkung auf rotationssymmetrische Geometrien. Dies erlaubt Beispielsweise die Berechnung des Schallfeldes, einer an einem dämpfenden Schichtsystem reflektierten Kugelwelle, woraus sich Absorptionsparameter auch für schrägen Schalleinfall bestimmen lassen.

Mi. 11:20 OS40-14

Numerische Akustik I

Untersuchungen zur numerischen Dämpfung bei der Randelementmethode am Beispiel eines akustischen Innenraumproblems

Suhaib Koji Baydoun und Steffen Marburg

TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme

Bei Leichtbaumaterialien hat die Schallabstrahlung und die damit verbundene Dissipation kinetischer Energie einen wesentlichen Anteil an der Gesamtdämpfung der Struktur. Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes "Calm, Smooth and Smart" werden die Dämpfung durch Schallabstrahlung untersucht und effiziente Simulationsmethoden entwickelt. Der mathematische Zugang zum abgestrahlten Schallfeld erfolgt dabei durch die Lösung der akustischen Wellengleichung mittels der Randelementmethode (BEM). Ein weithin unbekannter Nachteil der akustischen BEM ist jedoch das Auftreten von numerischer Dämpfung im Schallfeld. Dieser Effekt kann zur Überschätzung der Dämpfung durch Schallabstrahlung führen und erfordert daher eine genauere Untersuchung.

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Phänomen der numerischen Dämpfung anhand eines akustischen Innenraumproblems mit allseitig starren Randbedingungen vorgestellt. Das harmonisch angeregte Schallfeld weist an den Resonanzfrequenzen wider Erwarten endliche Druckamplituden auf, wobei deren Beträge mit steigender Frequenz kleiner werden. Zur Quantifizierung der numerischen Dämpfung wird ein äquivalentes Dämpfungsmaß mittels der Halbwertsbreite der Schalldruckamplitude bestimmt. Die gewonnenen Erkenntnisse können in Zukunft zu einer genaueren Abschätzung realer Dämpfungsphänomene beitragen.

Mi. 11:40 OS40-14

Numerische Akustik I

Detached Eddy Simulation der Strömung und des Schallfelds eines subsonischen Freistrahls bei moderater Reynolds-Zahl

Sebastian Hakansson und Alessandro Bassetti

DLR - Institut für Antriebstechnik

Strahllärm hat beim Start eines Flugzeuges einen wesentlichen Anteil am entstehenden Fluglärm. Es ist daher nach wie vor von großem Interesse, die zugrunde liegenden Mechanismen der Schallentstehung zu untersuchen und zu verstehen. Dazu können skalenauf lösende numerische Simulationen unter Verwendung von hybriden LES-Verfahren durchgeführt werden. Zu diesen Verfahren zählt die sogenannte "Detached Eddy Simulation", bei der das Turbulenzmodell in der Nähe fester Wände im RANS-Modus und im verbleibenden, meist abgelöstem Bereich, im LES-Modus läuft. Die so, im akustischen Nahfeld des Strahls, berechneten Strömungsfelder werden anschließend mit einem Ffowcs-Williams-Hawking Verfahren ins Fernfeld projiziert, um dort die akustischen Druckschwankungen zu bestimmen. Statistische Analysen der Simulationsergebnisse geben darüber hinaus einen Einblick in die Aerodynamik des turbulenten Strahls und tragen somit zum Verständnis der Effekte bei. In der hier behandelten Konfiguration strömt Luft mit einer (aerodynamischen) Mach-Zahl von 0,9 aus einer Düse mit einem Durchmesser von 1 Zoll. Durch ein, an der Innenseite der Wand, befestigtes Zackenband wird die Grenzschicht in der Düse und die daraus entstehende freie Scherschicht des Strahls positiv beeinflusst, was zu einer Lärmreduzierung im Fernfeld führt. Dieser bereits in Experimenten nachgewiesene Effekt soll durch die numerischen Simulationen bestätigt werden.

Sitzung „Numerische Akustik II“

Mi. 14:20 OS40-14

Numerische Akustik II

Der Pollution-Effekt bei der Randelementemethode

Steffen Marburg

TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme

In den 1990er Jahren wurde der Pollution-Effekt bei der Finite-Elemente-Methode (FEM) für die Analyse von Wellenproblemen entdeckt und detailiert untersucht. Dabei handelt es sich um einen numerischen Fehler, den man als nicht-lokal bezeichnet und der nach sich zieht, daß die üblicherweise verwendete Regel einer festen Anzahl von Elementen pro Wellenlänge nicht mehr ausreicht, um die Netzqualität zu beurteilen. Vor allem bei hohen Frequenzen bzw. dann, wenn das Berechnungsgebiet viele Wellenlängen lang ist, kommt dieser Effekt zum Tragen. Der Autor hatte seinerzeit numerische Untersuchungen getätigt, die gegen einen vergleichbaren Effekt bei der Randelementemethode (BEM) sprachen. Nun deutet sich jedoch an, daß im Zusammenhang mit numerischer Dämpfung bei BEM tatsächlich eine Art Pollution-Effekt existiert und der numerische Fehler ebenfalls von der Anzahl der Wellen im Berechnungsgebiet abhängt. Dies wird in diesem Beitrag anhand von numerischen Beispielen demonstriert.

Mi. 14:40 OS40-14

Numerische Akustik II

Berechnung hysteretischer Elemente ohne elastische Rückstellkraft

Holger Waubke

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

Hysteretische Elemente ohne elastische Komponente erlauben eine beliebige Verlagerung des gelagerten Systems im Raum. Unter weißem Rauschen gibt es mithin keinen stationären Zustand. Nimmt man an, dass die Hysterese mit dem Modell von Bouc beschrieben werden kann und verwendet die Gaussian Closure Technique, so kann man die Momentengleichungen analytisch lösen und benötigt nur ein explizites Zeitschrittverfahren, um den Verlauf der Momente über Zeit beschreiben zu können. Zusätzlich kann man eine statische Vorbelastung berücksichtigen, was zu einer Drift des Systems führt. Die Gaussian Closure Technique ist nur eine Approximation, da die Methode davon ausgeht, dass die Verteilung der Zustandsgrößen von Gaußscher Natur ist. Insbesondere für die Kraftkomponente im hysteretischen Element ist diese Annahme nicht gerechtfertigt, wenn die Hysterese groß werden. Dennoch stellt die Annahme eine stabile Approximation dar. Neben der Kraftkomponente werden auch die Verformung und die Verformungsgeschwindigkeit im Zustandsvektor benötigt, um einen hysteretischen Einfreiheitsgradschwinger beschreiben zu können. Das bedeutet, dass ein einziger mechanischer Freiheitsgrad bereits zu einer drei-dimensionalen Zufallsverteilung führt. Aus dieser Sicht sind analytische Lösungen, wie sie die Gaussian Closure Technique ermöglicht, von großer Bedeutung.

Mi. 15:00 OS40-14

Numerische Akustik II

Zweidimensionales, akustisches Design zwischen Schalenelementen eines Flugzeugrumpfs mittels TopologieoptimierungMartin Radestock, Hans Peter Monner und Michael Rose*DLR, Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik*

Das Gewicht eines Flugzeugs hat unmittelbaren Einfluss auf dessen Wirtschaftlichkeit. Die Massenreduktion einzelner Flugzeugstrukturen wird daher bereits im ersten Designschnitt berücksichtigt. Im Gegensatz dazu werden akustische Eigenschaften erst in darauf folgenden Auslegungsschritten einbezogen. Als Resultat wird die akustische Isolierung des Rumpfs durch Isolermatten zwischen Primär- und Sekundärschale realisiert. Ließe sich der Materialeinsatz der Isolermatten aus akustischer Sicht reduzieren, würde dies das Gewicht des Flugzeugs verringern. Eine bekannter Ansatz zur Gewichtsreduktion ist die Topologieoptimierung, die im Bereich der Steifigkeitsoptimierung weit verbreitet ist. In diesem wissenschaftlichen Beitrag wird die Anpassung Topologieoptimierung für eine akustische Zielfunktion beschrieben. Hierzu werden Materialmodelle definiert, der Designraum zwischen Primär- und Sekundärschale parametrisiert und die Zielfunktion auf die Minimierung des Schalldruckes in einem lokalen Zielgebiet angepasst. Weiterhin wird ein finiter Elementlöser in den Algorithmus implementiert. Dieser ist notwendig, weil ein gradientenbasiertes Optimierungsverfahren verwendet wird und kommerzielle FE-Programme nicht den Umfang bieten, um die Sensitivität in Abhängigkeit der Designparameter zu berechnen. Ziel der Implementierung ist eine verbesserte Konfiguration zukünftiger Flugzeugkabinen, die im Innenraum ein definiertes Schalldruckmuster aufweisen.

Mi. 15:20 OS40-14

Numerische Akustik II

Simulation of the End-Correction of a Perforate Including Thermo-viscous EffectsMads J. Herring Jensen^a, Kirill Shaposhnikov^a, Elin Svensson^b, Gilles Pigasse^c und Hinrich Arnoldt^c^a*Comsol A/S; ^bComsol AB; ^cComsol Multiphysics GmbH*

Well-known semi-analytical models for the transfer impedance of perforates utilize Crandall's formula for an infinite duct or its approximations. The finite thickness of the perforated plate is then taken into account by an extra term that contains the end correction on each side of the plate. Different values of the end correction exist in the literature. The values of the end correction can also be obtained from measurements and can considerably differ depending on the experimental setup. The common feature is that it relates to the orifice diameter. In this work, we perform a numerical analysis of the end correction including thermal and viscous losses explicitly. The study shows that the end correction also depends on frequency. This effect cannot be neglected for certain frequency ranges.

Mi. 15:40 OS40-14

Numerische Akustik II

Eigenwertproblem und modale Superposition im akustischen AußenraumLennart Moheit und Steffen Marburg*TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme*

Das akustische Außenraumproblem impliziert reflexionsfreie Außengrenzen und ein Abklingverhalten des Schalldrucks gemäß der Sommerfeld'schen Abstrahlbedingung. Es lässt sich numerisch mittels verschiedener Ansätze wie nicht-lokal absorbierender Schichten, Perfectly Matched Layer (PML) und der Methode der infiniten Elemente (IFEM) behandeln. Letzteres Verfahren nach Astley und Leis stellt frequenzunabhängige jedoch asymmetrische Systemmatrizen bereit und erlaubt die Lösung des quadratischen Eigenwertproblems mit links- und rechtsseitigen Eigenvektoren. Diese sogenannten normal modes konvergieren mit wachsender Ordnung der Interpolationspolynome, jedoch müssen aufgrund der Vielzahl berechneter Eigenwerte und -vektoren Kriterien zur Identifikation weniger, relevanter Schwingformen entwickelt werden. In dieser Arbeit werden Eigenschaften des Eigenwertproblems im Außenraum auf Basis der Infiniten Elemente Methode (IFEM) diskutiert und Methoden zur modalen Superposition und Reduktion vorgestellt.

Sitzung „Numerische Akustik III“

Mi. 16:40 OS40-14

Numerische Akustik III

FMM-based modelling of acoustic scattering from 2D objects with geometrical uncertaintyPeter Fiala und Péter Rucz*Budapest University of Technology*

Predicting the sound field scattered by objects with uncertain geometry can play an important role in the sensitivity analysis of acoustic source localisation. Boundary integral equation methods are an adequate choice for the simulation of scattering into the acoustic free field, as they inherently model the free field radiation condition. In the high frequency regime, Fast Multipole Methods (FMM) are usually applied to the fast evaluation of boundary integrals in an iterative solution process. This paper investigates the application of the FMM combined with the Stochastic Galerkin Method (SGM) for the simulation of scattering from 2D objects with geometrical uncertainty. The nonlinear dependency of the boundary integrals on the boundary's geometry is expressed using a Polynomial Chaos expansion (PCE). Similarly, the scattered field is written as a PCE, and its coefficients are obtained by a Galerkin projection followed by an iterative solution. Application of the FMM over random geometries is advantageous, if the clusterisation of the geometry is not affected by the uncertainties. In this case, stochastic operations are restricted to the leaf level of the cluster tree, and far-field interactions are stochastically decoupled. These advantages are highlighted using numerical examples.

Mi. 17:00 OS40-14

Numerische Akustik III

Simulation of sound fields using realistic boundary conditions

Jochen Metzger und Manfred Kaltenbacher

TU Wien, Inst. f. Mechanik u. Mechatronik

For a precise simulation of a sound field close to reality, the wave equation with realistic boundary conditions has to be solved. Therefore, the knowledge of the acoustic boundaries plays a key role in the simulations. In our paper, we present a method to calculate the acoustic sound field by means of the finite element (FE) method using measured acoustic boundary conditions. The characterization of the acoustic boundary condition is done by means of a subtraction technique in the time domain and a planar spatial Fourier transform method in the wavenumber domain. The boundaries, in particular an interface between acoustic absorber and surrounding air, are modelled in two different ways. First, we use the concept of wall impedance to model the acoustic behavior of the absorber in frequency domain with a layer of impedance and second, the volume of the absorber is modelled with a homogenous fluid using effective material parameters. The measurement techniques with which the acoustic material data are obtained will be discussed and first results of a test case simulation using both modelling approaches are compared.

Mi. 17:20 OS40-14

Numerische Akustik III

Systematische Untersuchung mathematischer Korrelationskriterien im Frequenzbereich

Christopher Blech und Sabine Langer

TU Braunschweig

Die mechanische Modellbildung komplexer Strukturen sowie die Lösung dieser mit Hilfe numerischer Verfahren bedarf stets einer Validierung. Um die Validität eines mechanischen Ersatzmodells zu zeigen, muss eine Zieldefinition sowie ein standardisierter Vergleich mit einem Experiment oder einem höherwertigen Modell erfolgen. Dafür werden neben einfachen optischen Abgleichen oft mathematische Korrelationskriterien wie FDAC (Frequency Domain Assurance Criterion) oder FRAC (Frequency Response Assurance Criterion) herangezogen. Es ergeben sich reelle Werte zwischen 0 (keine Korrelation) und 1 (ideale Korrelation), um beispielsweise ein automatisiertes model parameter updating zu erlauben. Um mathematische Korrelationskriterien im Rahmen einer Validierung zu nutzen, müsste ein Zielwert definiert werden, ab welchem das untersuchte Modell als valide angenommen werden kann. Dieser Beitrag untersucht mit Hilfe systematischer Anwendungen der genannten Kriterien an Fallbeispielen von Strukturanworten im Frequenzbereich, ob eine Zieldefinition auf Basis solcher mathematisch geprägter Kriterien möglich ist. Es werden Anforderungen an ein Korrelationskriterium in der Akustik formuliert, anhand welcher die Anwendbarkeit eingeschätzt werden kann. Abschließend werden Verbesserungsvorschläge und der Ansatz für ein neues Kriterium aufgezeigt.

Mi. 17:40 OS40-14

Numerische Akustik III

Charakterisierung der Multimodalität von Designräumen der Positions- und Formoptimierung mehrerer Dämpfungsbeläge durch Evolutionäre AlgorithmenGesche Fender^a, Andrew Brodie^a, Steffen Marburg^b und Fabian Duddeck^a^a*TU München, Professur für Computational Mechanics; ^bTU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme*

Eine Reduzierung des über die Struktur in einen Innenraum, beispielsweise eine Fahrerkabine, eingetragenen Lärms kann durch das Aufbringen von Dämpfungsbelägen erreicht werden. Dabei ist es nötig, Dämpfungsbeläge effizient einzusetzen, da die Beläge zusätzliche Masse in das System einbringen. Die Maximierung der Lärmreduktion bei begrenzter Dämpfungsbelagsmasse ist ein Optimierungsproblem. Im Gegensatz zur mathematischen Auffassung einer Optimierungsaufgabe, bei der ein exaktes, globales Optimum gesucht wird, ist das realistische Ziel einer Optimierung im Ingenieursbereich meist die Verbesserung schon bekannter Designs sowie die Entdeckung bisher unbekannter Designansätze. Durch multimodale Optimierungsmethoden ist es hierbei möglich, in einem einzigen Optimierungslauf mehrere Bassins, also voneinander unterschiedliche Bereiche mit guten Lösungen, zu identifizieren. In dieser Arbeit wird die Multimodalität verschiedener Problemstellungen zur Positions- und Formoptimierung von Dämpfungsbelägen auf vibrierenden Platten untersucht. Dabei wird sowohl eine hierarchische Positions- und Formoptimierung als auch deren kombinierte Optimierung betrachtet. In den dadurch entstehenden Designräumen unterschiedlich hoher Dimensionalität werden mit Hilfe des Crowding Differential Evolution-Algorithmus bei genügend ausgeprägter Multimodalität Cluster besserter Lösungen gebildet. Durch Analyse dieser Cluster können verschiedenartige gute Gebiete im Designraum identifiziert werden. Der Vergleich von Problemstellungen mit unterschiedlichen Designparametern und in verschiedenen Frequenzbändern ermöglicht außerdem Aussagen über die Effektivität der multimodalen Optimierung in diesem Bereich.

Sitzung „Psychoakustik I“

Mi. 9:00 OS40-201

Psychoakustik I

Aufmerksamkeit beim HörenJens Blauert*Ruhr-Universität Bochum, Institut für Kommunikationsakustik*

Ingenieurmodelle des Hörens beziehen in steigendem Maße kognitive Funktionen mit ein, die z.B. Entscheidungen und/oder Bewertungen vornehmen. Hierbei steht das Phänomen der "Aufmerksamkeit (Attention)" in Hinblick auf eine Reihe von aktuellen technischen Anwendungen zur

Modellierung an. In diesem Beitrag werden zur Vorbereitung der Modellierung Grundlagenkenntnisse über das aufmerksame Hören von Menschen zusammengestellt und unter dem Gesichtspunkt möglicher technischer Anwendung diskutiert – zum Beispiel in Zusammenhang mit Hörgeräten, Robotern, und Sprach- und Geräuscherkennern, und Qualitätsschätzern. Abschließend wird über ausgewählte Modellansätze referiert, welche bereits implementiert wurden. Dieser Beitrag wurde im Rahmen des EU-Projektes "TWO!EARS" (twoears.eu) erarbeitet.

Mi. 9:20 OS40-201

Psychoakustik I

The Influence of the Floor Reflection on the Perception of Sound Elevation

Florian Wendt, Robert Höldrich und Franz Zotter

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

Auditory perception of sound sources includes two principal localization subsystems. Horizontal localization cues comprise inter-aural time and level differences extracted mainly from the direct sound. Vertical localization cues on the other hand are extracted by the spectral properties of the perceived sound and are mainly influenced by the directional filtering of the pinna. In a real-life situation the sound of an emitting source arriving at the receiver consists of direct sound followed at least by a floor reflection. The physical elevation of the source affects the delay time and level of this reflection and thus the spectral properties of the sound at the receiver. To provide more insight into the influence of the floor reflection on the perceived elevation we performed listening experiments. The setup is inspired by anatomical and evolutionary concepts of listening situations, consisting of direct sound and floor reflection, and subjects were asked to determine the elevation of the perceived sound source. By modifying the time delay and level of the floor reflection its influence on the perceived height is obtained and gained results are compared to existing localization models.

Mi. 9:40 OS40-201

Psychoakustik I

Störempfinden bei gleichzeitiger Entertainmentwiedergabe im Fahrzeug

Rene Skowronek und Christian Volkmar

IAV Automotive Engineering

In zukünftigen Anwendungen, wie dem automatisierten Fahren, kann es wünschenswert sein ein möglichst individuelles Entertainmenterlebnis für einzelne Fahrzeuginsassen innerhalb eines Kfz sicher zu stellen. Voraussetzung für ein sitzplatzbezogenes Entertainmenterlebnis ist ein geringes akustisches Übersprechen der einzelnen Sitzplätze. Ein wirksames Mittel hierfür kann eine automatische Lautheitsanpassung aller Entertainmentsignale sein. Hierdurch kann der Lautheitsunterschied zwischen unterschiedlichen Sitzplätzen, und somit auch das Übersprechen optimiert werden. Allerdings gilt es zu beachten, dass das wahrgenommene Störempfinden abhängig von der Art des vom Probanden

gehörten Audiosignals, sowie der Art des störenden Audiosignals ist. In dieser Studie wurden daher 6 Kombinationen aus 3 Musiksignalen auf ihre Störeinflüsse untersucht. Berücksichtigt wurden Musikstücke, die eine geringe Dynamik sowie eine hohe digitale Aussteuerung aufweisen, Musikstücke die einen großen Dynamikumfang aufweisen und Musikstücke die hauptsächlich von Stimme und Sprache dominiert werden. Zum einen wurde untersucht, wie sich der Störeinfluss der Kombinationen durch die Lautheitsanpassung verändert. Zum anderen wurde in der Studie ermittelt, wie groß die Akzeptanz der Störsignale in den Kombinationen ist. Hierzu stellten die 20 Probanden jeweils eine untere und eine obere Pegelakzeptanzschwelle des Störsignals ein.

Mi. 10:00 OS40-201

Psychoakustik I

Einfluss der Signalmodifikation mit einer kopfbezogenen Übertragungsfunktion und Nachhall auf die Beurteilung von Ventilatorgeräuschen mit dem semantischen Differential

Kathrin Stahl^a, Carolin Feldmann^a, Andreas Haeussler^b und Thomas Carolus^a

^aUniversität Siegen; ^bCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Bei der psychoakustischen Untersuchung von technischen Geräuschen werden häufig akustische Signale der Geräuschquellen verwendet, die monaural in einem reflexionsarmen Raum gemessen wurden. Dies führt gelegentlich dazu, dass Probanden die Geräuschquelle als unnatürlich empfinden und/oder zu nahe lokalisieren (Im-Kopf-Lokalisation). Verschiedene Maßnahmen können dem entgegenwirken: (i) Änderung der Messtechnik (binaural statt monaural, Messung im einem Raum mit Reflexion), (ii) nachträgliche Modifikation des Messsignals durch Einschluss einer kopfbezogenen Übertragungsfunktion und/oder nachträglicher Aufprägung einer akustischen Raumeigenschaft.

In dieser Studie werden Ventilatorgeräusche untersucht. Geklärt werden soll der Einfluss nachträglicher Modifikationen des Messsignals auf eine Beurteilung durch Probanden mit der Methode des semantischen Differentials. Untersucht werden sollen Signalmodifikationen mit einer kopfbezogenen Übertragungsfunktion oder/und Nachhall.

Das eingesetzte semantische Differential zur Beurteilung speziell für Ventilatorgeräusch wurde in einer Vorstudie entwickelt. Monaurale und modifizierte Geräusche von acht isolierten Ventilatoren und Ventilatorsystemen (Wärmepumpe, Dunstabzugshaube, Luftreiniger) wurden in Hörversuchen mit 88 Teilnehmer beurteilt. Die kopfbezogene Übertragungsfunktion und der Nachhall werden durch Faltung der ursprünglichen Geräusche mit Raumimpulsantworten realisiert.

Die Modifikation der monauralen Geräusche mit einer kopfbezogenen Übertragungsfunktion hat keinen signifikanten Einfluss auf die Beurteilung durch Probanden. Der Nachhall hat dagegen einen deutlichen Einfluss - aber geräuschabhängig auf unterschiedliche Wahrnehmungsdimensionen im semantischen Differential.

Mi. 10:40 OS40-201

Psychoakustik I

Ausgeprägtheit der Tonhöhe von Bandpassrauschen signalen

Jesko Verhey, Maria Horbach und Jan Hots

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie
Bandpassrauschen signale mit einer sehr geringen Bandbreite haben einen deutlichen tonalen Charakter. Dies wird unter anderem in der DIN 45681 bei der Berechnung der Tonhöligkeit berücksichtigt. Die Stärke des tonalen Charakters eines Geräusches wird in der Psychoakustik üblicherweise durch die Ausgeprägtheit der Tonhöhe quantifiziert. Mit zunehmender Bandbreite nimmt dieser tonale Charakter ab, d.h. die Ausgeprägtheit der Tonhöhe wird kleiner. Neben der Bandbreite hängt die Ausgeprägtheit der Tonhöhe auch von der Mittenfrequenz des Rauschens ab: Bei gleicher Bandbreite in Hertz nimmt sie mit zunehmender Mittenfrequenz zu. Auf der DAGA 2016 wurde im Zusammenhang mit der Lautheit von Bandpassrauschen signale auch die experimentelle Bestimmung der Ausgeprägtheit der Tonhöhe der Signale vorgestellt. Hierbei zeigte sich zwar eine qualitative Übereinstimmung der Ergebnisse der Normalhörenden mit denen aus der Literatur, jedoch nahm die Ausgeprägtheit der Tonhöhe weniger stark als in der Literatur mit der Bandbreite ab. Im vorliegenden Beitrag wird untersucht, ob dieser Unterschied durch die algorithmische Realisierung der Bandbegrenzung erklärt werden kann. Hierbei wird (bei den gleichen Versuchspersonen) die Ausgeprägtheit der Tonhöhe für Bandpassrauschen signale bestimmt, die wie in der Literatur mit einer Butterworth-Hoch-/Tiefpass-Kombination dritter Ordnung erzeugt wurden und solchen, bei denen wie in unserer vorherigen Studie die Fourierkomponenten außerhalb des gewünschten Spektralbereichs auf Null gesetzt wurden.

Mi. 11:00 OS40-201

Psychoakustik I

Wahrnehmung der Schärfe von instationären technischen SchallenAndré Fiebig^a, Valeriya Tarasova^b und Roland Sottek^a^aHEAD acoustics GmbH; ^bRWTH Aachen

Der psychoakustische Parameter Schärfe ist für die Bewertung von stationären als auch zeitvarianten Schallen oft von besonderer Bedeutung. Gemäß der DIN 45692 beschreibt die Hörempfindung Schärfe denjenigen Aspekt der Klangfarbenwahrnehmung, der mit der spektralen Hüllkurve von Schallen korreliert ist. Diverse Studien identifizierten einen Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Schärfe und der Bewertung der Lästigkeit oder Angenehmheit von Geräuschen. In Untersuchungen zur Herleitung der Berechnung der Schärfe wurden jedoch nur vornehmlich synthetische stationäre Schalle, wie gefilterte Rauschsignale und Sinustöne, betrachtet. Technische Schalle und deren Bewertungen wurden dagegen in den verschiedenen Ansätzen zur Modellierung der Hörwahrnehmung Schärfe bislang kaum berücksichtigt. Im Rahmen verschiedener Hörexperimente wurden die Anwendbarkeit und die Reichweite verschiedener Modelle bezüglich der Vorhersage

der Schärfewahrnehmung von instationären technischen Schallen untersucht. Es zeigte sich, dass bei spezifischen zeitvarianten Geräuschen die vorhandenen Modelle nur bedingt die zuverlässige Vorhersage der Schärfefindung erlauben. Darüber hinaus wurde der Aspekt der kognitiven Mittelung variierender Schärfewahrnehmung näher untersucht. Der Beitrag präsentiert aktuelle experimentelle Ergebnisse zur Wahrnehmung der Hörempfindung Schärfe und diskutiert deren Implikationen für die instrumentelle Bestimmung der Schärfe.

Mi. 11:20 OS40-201

Psychoakustik I

Modellierung der Tonhaltigkeit auf der Basis der Lautheit des tonalen Anteils

Jan Hots und Jesko Verhey

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie
Viele technische Geräusche enthalten hörbare tonale Komponenten. Umweltgeräusche mit solchen deutlich hörbaren tonalen Komponenten werden gemeinhin als störender empfunden, als Geräusche ohne solche Komponenten. Um das bei der Beurteilung von Schallen zu berücksichtigen, befassen sich verschiedene Normen mit der Bewertung der tonalen Komponenten, in Deutschland z.B. die DIN 45681. Eine Gemeinsamkeit dieser Normen ist, dass sie die Stärke der tonalen Komponente, die laut DIN 45681 als Tonhaltigkeit bezeichnet wird, als Pegel oberhalb des Hintergrundgeräusches definieren. Daraus werden in einigen Normen Tonzuschläge abgeleitet, die die höhere Störwirkung berücksichtigen. Aktuelle Studien legen nahe, dass die Tonhaltigkeit jedoch durch die partielle Lautheit der tonalen Komponente bestimmt wird. Im vorliegenden Beitrag wird diese Hypothese untersucht, indem experimentelle Ergebnisse zur Tonhaltigkeit von Geräuschen mit einer oder mehreren tonalen Komponenten mit Vorhersagen eines Lautheitsmodells verglichen werden. Es wird gezeigt, dass sich die Lautheit der tonalen Komponenten besser zur Beschreibung der wahrgenommenen Tonhaltigkeit eignet als der Pegel dieser Komponenten. Um eine perzeptiv relevante Darstellung der empfundenen Stärke des tonalen Anteils in Normen zu erreichen wäre es daher wünschenswert, wenn in diesen zukünftig die Tonhaltigkeit als Lautheit des tonalen Anteils charakterisiert und aus dieser die Bewertung der Störwirkung abgeleitet würde.

Mi. 11:40 OS40-201

Psychoakustik I

Tonhöhenwahrnehmung für gefilterte Kammfilterrauschen

Arne Oetjen^a und Jesko Verhey^b

^a CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'; ^b Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Abt. f. Experim. Audiologie

Die menschliche Wahrnehmung der Tonhöhe eines Geräusches stellt nicht nur für musikalische Anwendungen sondern auch bei der Sprachverarbeitung und der Beurteilung von Umweltgeräuschen eine wichtige Grundlage für die Extraktion von Informationen aus einem Geräusch

dar. Es existieren verschiedene Modellansätze zur gehörorientierten Beschreibung der Tonhöhe. Es wird in spektrale und zeitliche Ansätze unterschieden, letztere basieren häufig auf der Autokorrelationsfunktion. Ein typisches Signal, das zur Beschreibung zeitlicher Aspekte der Tonhöhe herangezogen wurde, ist ein iterativ durch Verzögern und Aufsummierung erzeugtes Kammfilterrauschen, das sogenannte "Iterated Ripped Noise" (IRN). Physiologische Daten zeigen, dass Neurone zum Teil sensitiv darauf reagieren, wenn das verzögerte Signal nicht adiert (IRN+) sondern subtrahiert (IRN-) wird. Vorherige psychoakustische Studien zeigten, dass für IRN- mit nur zwei Iterationen eine Zweideutigkeit bei der Bestimmung der Tonhöhe existiert, welche durch über die auditorischen Kanäle summierte Autokorrelationsfunktionen vorhergesagt werden kann. Zudem wurde gezeigt, dass die Phasensensitivität (IRN+ vs. IRN-) für hochpassgefilterte Signale ab einer gewissen Grenzfrequenz verschwindet. In der aktuellen Studie werden Tonhöhenanpassungsexperimente für bandpass- und hochpassgefiltertes IRN mit größtenteils musikalisch erfahrenen Versuchspersonen durchgeführt um zum Einen die Modellvorstellung der Summenautokorrelationsfunktion zu präzisieren und zum Anderen die Übergangsfrequenzen zwischen phasensensitiver und nicht phasensensitiver Tonhöhendetektion für das menschliche Gehör genauer zu bestimmen.

Sitzung „Psychoakustik II“

Mi. 14:20 OS40-201

Psychoakustik II

Zwicker-Ton bei erhöhter Ruhehörschwelle

Gerhard Krump

Technische Hochschule Deggendorf

Nach dem Abschalten eines etwa 10 Sekunden andauernden Schallreizes mit spektraler Lücke kann von 94 Prozent der normalhörenden Versuchspersonen ein leiser, abklingender Nachton (Zwicker-Ton) wahrgenommen werden, dessen Vergleichsfrequenz sich stets innerhalb dieser Lücke befindet. Ebenso erzeugen Schallreize mit spektraler Überhöhung einen Nachton, jedoch mit einer Vergleichsfrequenz unterhalb der spektralen Anhebung. Das Phänomen ist hinsichtlich erforderlichem Pegel und spektraler Zusammensetzung der verschiedenen Anregungsschalle mit normalhörenden Personen umfangreich untersucht. In der vorliegenden Untersuchung werden nun Wahrnehmbarkeit des Zwicker-Tones und notwendige Anregungspegel bei Versuchspersonen mit erhöhter Ruhehörschwelle ermittelt. Hierbei wird insbesondere auf die spektrale Konfiguration der verschiedenen Anregungsschalle unter Berücksichtigung der individuellen Hörschwelle der Versuchspersonen eingegangen. Die Ergebnisse werden mit einem Funktionsschema zur Bestimmung der Tonhöhe des Zwicker-Tones verglichen.

Mi. 14:40 OS40-201

Psychoakustik II

Modeling Temporal Effects in Interaural Level Difference Perception**Bernhard Laback^a, Mathias Dietz^b und Philip Yoris^c**^a*Österr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung; ^bCvO Universität Oldenburg; ^cLaborat. of Auditory Neurophysiology, Leuven*

Temporal effects in interaural level difference (ILD) perception are not well understood yet. While the level-meter model (Hartmann and Constant, J. Acoust. Soc. Am. 112, 1037-1042, 2002) predicts ILD sensitivity being independent of the temporal stimulus properties, ILD sensitivity has been reported to be reduced for stimuli with a high modulation rate, an effect ascribed to so-called binaural adaptation. Experiment 1 compared ILD thresholds and sequential-level-difference (SLD) thresholds using 300-ms bandpass-filtered pulse trains (4 kHz) with rates of 100, 400, and 800 pulses per second (pps). In contrast to the SLD thresholds, ILD thresholds were elevated at 800 pps, consistent with literature data on binaural adaptation. Experiment 2 showed higher ILD sensitivity for pulse trains than for pure tones, suggesting that amplitude modulation enhances ILD sensitivity. The present ILD data and binaural adaptation data from the literature were predicted by a model combining a well-established auditory periphery front-end with an interaural comparison stage. The model also accounted for other published ILD data, including target ILD thresholds in diotic forward and backward fringes and ILD thresholds with different amounts of interaural correlation. Overall, temporal effects in ILD perception appear to be largely attributable to peripheral monaural auditory processing.

Mi. 15:00 OS40-201

Psychoakustik II

Frequency Dependency of Binaural Masking Level Differences in Normal-Hearing and Hearing-Impaired Listeners**Christopher Hauth, Thomas Brand und Birger Kollmeier***CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'*

In binaural tone-in-noise detection experiments humans can achieve substantially lower thresholds if either noise or tone have interaural time or phase differences (ITDs / IPDs) compared to a diotic presentation of tone and noise. This effect is named binaural masking level difference (BMLD) and was mainly investigated at 500 Hz. The results obtained in these experiments were used to fit binaural processing errors in the equalization-cancellation (EC) mechanism, which is an effective model of binaural processing that is also applied in binaural speech intelligibility models. In this study, the frequency dependency of BMLDs is investigated for listeners with normal hearing and high frequency hearing loss. Binaural tone-in-noise detection experiments are conducted for tone frequencies of 250, 500, 750, 1000, 1500, and 2000 Hz in a broadband noise. In order to investigate the BMLD, the ITD of the noise is varied

up to 5 times the period of the tested tone. Furthermore, it is investigated whether the EC mechanism with processing errors derived at 500 Hz can predict the BMLDs for the remaining frequencies and to which extent the data collected in this experiment can be used to individualize binaural processing errors and, therefore, binaural speech intelligibility predictions besides the audiogram.

Mi. 15:20 OS40-201

Psychoakustik II

Introducing Short Interpulse Intervals Improves Behavioral ITD Sensitivity With Cochlear ImplantsSridhar Srinivasan, Bernhard Laback und Piotr MajdakÖsterr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung

In normal hearing, interaural time differences in the carrier signal are important for sound localization and spatial speech unmasking in the lateral dimension. These carrier ITD cues are not encoded in common envelope-based stimulation strategies for cochlear implants (CIs). Even under laboratory controlled CI stimulation, carrier (or pulse) ITD sensitivity of CI listeners is poor at pulse rates commonly used for encoding speech. In this study, we measured the sensitivity of seven bilateral CI listeners to ITD in unmodulated high-rate periodic pulse trains overlaid with an additional lower- rate pulse train, resulting in short interpulse intervals (SIPI). ITD sensitivity improved with the introduction of SIPI pulses, with largest improvements for SIPI up to 10% of the base rate and SIPI rates not exceeding 100 pps. Other experimental conditions included a high-rate pulse train with binaurally synchronized jitter and low-rate pulse trains. The largest improvements in the SIPI conditions were similar to those observed in the binaurally synchronized jitter condition and the low-rate pulse trains. In a follow-up experiment, ITD cues in high-rate pulse trains with enhanced single pulses in place of SIPI pulses were presented and the sensitivity was comparable to the SIPI condition.

Mi. 15:40 OS40-201

Psychoakustik II

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)**Sitzung „Psychoakustik (Poster)“**

Kurzvorträge: Mi. 15:40 (OS40-201); Poster-Forum: Mi. 16:00

Mi.

Psychoakustik (Poster)

Audio-based Mobile Applications for Android Using Multisensory Feedback in Assistive TechnologyGyörgy Wersényi, Hunor Nagy und Ádám CsapóSzéchenyi István University, Györ (H)

Mobile devices offer a wide range of applications for assistive technology. Computational capacity, built-in sensors and easy-to-use interfaces allow for improved accessibility to information.

Smartphones, tablets and other devices running extensible platforms, such as Android or iOS, opened the possibility for developers and users to interact with an unlimited variety of applications. In the area of assistive technologies, target groups include the visually impaired, as well as users in need of movement rehabilitation. In special cases, audio and/or tactile feedback is provided by the same device via loudspeakers/stereo output, using spatialized audio and vibration motors. This paper briefly introduces some background and three Android-based audio-only applications which were recently developed by the authors and aim to support the visually impaired e.g. to avoid veering, test reaction times to audio stimuli or improve their auditory memory.

Mi.

Psychoakustik (Poster)

Höranstrengung von TV-Mischungen in Abhängigkeit von charakteristischen Hintergrundsignalen

Jan Rennies-Hochmuth^a, Hannah Baumgartner^a, Andreas Volgenandt^a und Michael Kahsnitz^b

^aFraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bRTW GmbH & Co. KG

Es gibt keine etablierte objektive Messung für Sprachverständlichkeit, keine Anzeige, die die Qualität einer TV-Mischung bezüglich der Verständlichkeit ihrer Dialoge überprüft. Computergestützte Hörmodelle könnten eine objektive Vorhersage von Sprachverständlichkeit in Zukunft ermöglichen. Es ist bekannt, dass die Sprachverständlichkeit im Allgemeinen mit Verbesserung des SNR steigt und sich die Höranstrengung verringert. Darüber hinaus zeigen diese Effekte aber starke Abhängigkeiten von der Art des Hintergrundgeräusches. Stationäre oder tonale Störgeräusche zeigen bspw. andere Störwirkungen auf die Sprachverständlichkeit als instationäre oder rauschhafte Hintergrundgeräusche. Im Anwendungsfeld Film und Fernsehen sind Störgeräusche bzw. Hintergrundsignale (Atmos) annähernd so vielseitig wie die echte "akustische Welt". Diese Studie untersucht mithilfe von Hörversuchen, inwieweit sich das weite Spektrum von Störquellen in eine überschaubare Anzahl von Clustern überführen lässt. Hierfür wurde sowohl mit normalhörenden als auch schwerhörenden Testhörern die Höranstrengung von TV-Ausschnitten mit diversen Hintergründen (Atmos) in unterschiedlichen Mischverhältnissen mitels eines Skalierungsverfahrens gemessen. Die Analysen beleuchten und kategorisieren die Auswirkungen signalspezifischer Störeigenschaften in unterschiedlichen Signal-zu-Hintergrund-Abständen. Der Vortrag stellt mögliche Störgeräusch-cluster vor, welche mit für unterschiedliche Hörergruppen spezifischen Gewichtungen in die Modellierung der Höranstrengung einfließen.

Mi.

Psychoakustik (Poster)

A distance measure to combine monaural and binaural auditory cues for sound source segregationSarinah Sutojo^a, Steven van de Par^b und Joachim Thiemann^b^a*CvO Universität Oldenburg, AG Akustik; ^bCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'*

In computer-based analysis of audio signals, the blind segregation of sound sources from a mixture of sounds remains a challenge. A common approach to solve this task is to divide the signal under consideration into small time-frequency units and extract the prominent features within each of these segments. Based on this information, the units are assigned to a sound source which is assumed to be dominating the regarded region. Past studies have shown that localization cues such as interaural phase and level differences can be used to enable the segregation. Since a human listener probably exploits a variety of cues to achieve the best performance in separating unknown sound sources, the algorithm presented here aims at integrating more than one cue type to improve the segregation. The algorithm is based on both pitch and localization cues which are combined using a distance measure. Applying machine-learning techniques, a distance measure is derived to reflect the probability of two adjacent time-frequency units being dominated by the same source. This distance measure is thereafter used to cluster segments and assign these clusters to a certain speaker by accumulating the information of source location across all time-frequency units within one cluster.

Mi.

Psychoakustik (Poster)

Relation between individual age, audiogram and speech intelligibility performance with speech reception threshold in complex listening conditionsAleksandra Kubiak^a, Stephan D. Ewert^b, Jan Rennies-Hochmuth^a und Birger Kollmeier^b^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bCvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'*

The goal of the study was to investigate the link between individual factors - such as age, pure tone average (PTA) and speech intelligibility (SI) performance in simple, diotic listening conditions - and individual speech recognition in more complex listening conditions involving spatial hearing, dip listening, and informational masking. Three groups of subjects were selected based on the three individual factors age, PTA and SI performance. Groups were designed to differ in regard to one factor and to be as similar as possible in the two others. Speech reception thresholds (SRTs) of the subject were then measured using the Oldenburg sentence test procedure with either single talker interferers or multitalker interferers in two spatial conditions, where both target and maskers were either co-located or spatially separated. Results of the study were

correlated with personal factors within and in between created groups. The results indicate that age and PTA, in combination, can produce very reliable predictions of individual SRTs, but also successfully predict spatial hearing and dip listening performance. It was observed that PTA of subjects younger than 70 years is highly correlated to spatial hearing abilities and dip listening, while above that age no such clear correlation was found.

Sitzung „Psychoakustik III“

Mi. 16:40 OS40-201

Psychoakustik III

Zur Beurteilung der Lautheit anhand von Reaktionszeitmessungen

Hugo Fastl^a, Stefan Kerber^b, Daniel Menzel^b und Wolfgang Staudacher^b

^a TU München, AG Technische Akustik, MMK

Die Lautheit von Schallen wird meistens durch psychoakustische Meßmethoden wie Lautheitsvergleich oder Größenschätzung erfasst. Allerdings wurde bereits in den 1940er Jahren von Chocholle vorgeschlagen, die Reaktionszeit als ein Maß für die Lautheit einzusetzen. Inzwischen liegen zahlreiche Untersuchungsergebnisse zu dieser Meßmethode vor (z.B. Humes und Ahlstrom 1984, Leibold und Werner 2002, Schlittenlaucher 2015), die durchwegs den folgenden Ansatz postulieren: Mit zunehmender Lautheit nimmt die Reaktionszeit ab und kann als (alternatives) direktes Maß für die Lautheitsbeurteilung verwendet werden.

Im vorliegenden Beitrag wird die Tragweite dieses Ansatzes beispielhaft für zwei speziellere Anwendungsfälle überprüft: (1) Kann auch die gedrosselte Lautheit mittels der Reaktionszeit erfasst werden? (2) Lassen sich audio-visuelle Interaktionen (z.B. Schall plus rot lauter als derselbe Schall plus grün) anhand der Reaktionszeit beschreiben?

Mi. 17:00 OS40-201

Psychoakustik III

Objektive Psychoakustik: Natürliche psychoakustische Empfindung im Spiegel wissenschaftlicher Systematik

Monika Gatt, Marcus Guettler und Steffen Marburg

TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme

Aus dem Alltagsverständnis heraus ergibt sich ein natürliches psychoakustisches Verständnis von Schallquellen. Geräusche, die wir nicht verstehen, können wir im Nachhinein erklären, um sie zu identifizieren. Um jedoch ein objektives und wissenschaftliches Resultat zu erzielen ist es wichtig, diese Schallquellen auf der Basis von psychoakustischen Parametern zu untersuchen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse können oftmals nur unzureichend verallgemeinert werden, weil man in Versuchsreihen auf subjektive Empfindungsgrößen zurückgreifen muss. Sie basieren auf einem überblickhaften Querschnitt von empirischen Daten. Bekannt ist, dass Versuchspersonen in ihren Urteilen beeinflusst werden, wenn sie nicht spontan und intuitiv reagieren, sondern auf den

Versuch vorbereitet werden. Zusätzlich ist problematisch, aus natürlichen, affektiven Interpretationen wiederum zuverlässige psychoakustische Perspektiven zu entwickeln. Zukünftiges psychoakustisches Interpretieren ist deshalb nur schwer vorhersagbar. Der Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme entwickelt eine open source Toolbox, die sämtliche eingehende akustische Schallsignale psychoakustisch untersucht und auswertet. An Hand von Beispielen werden die Ergebnisse systematisch interpretiert.

Fachvorträge und Poster am Donnerstag, den 09.03.2017

Sitzung „Lärm am Arbeitsplatz I“

Do. 9:20 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz I

Optimierung von Büroarbeitsplätzen - Normen und andere Regelwerke

Christian Nocke

Schall & Raum GmbH / Akustikbüro

Seit Einführung der DIN EN ISO 3382-3 "Akustik - Messung von Parametern der Raumakustik - Teil 3: Großraumbüros" im Jahr 2012 stehen raumakustische Parameter zur Beschreibung der raumakustischen Bedingungen von Büroräumen zur Verfügung. Diese Parameter wurden im Rahmen der Überarbeitung der Richtlinie VDI 2569 "Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro" aufgegriffen und bilden die Grundlage einer Klassifizierung von Büroräumen. Aufgrund einiger Unklarheiten in DIN EN ISO 3382-3 sind entsprechende Nachbesserung im Entwurf zur Neufassung der VDI 2569 notwendig geworden, die in diesem Beitrag anhand von Beispielen erläutert werden. Die normativen Vorgaben werden in diesem Beitrag aufgezeigt und anhand von realen Beispielbüros diskutiert. Weiterhin wird die Bedeutung dieser normativen Ansätze für andere Bereiche, wie den Arbeitsschutz oder auch die softwarebasierte 3D-Büroplanung. Seit einiger Zeit existieren hier Schnittstellen um 3D-(Büro-)Raumplanung und akustische Simulation zu verbinden und so einen effizienten Zugang zu den neuen Kenngrößen auch für Nicht-Akustiker zu ermöglichen.

Do. 9:40 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz I

Effektive Techniken zur schalltechnischen Optimierung von Büroarbeitsplätzen

Michael Böhm

DataKustik GmbH

In den letzten Jahren sind wesentliche Fortschritte bei der schalltechnischen Planung von Büroumgebungen erzielt worden. Mit der überarbeiteten DIN 18041 als quasi Rahmennorm zur Hörsamkeit in Räumen, der Reihe DIN EN ISO 3382 Teile 2 und 3 zu den Messverfahren und der speziell auf die schalltechnische Planung von Büros bezogene VDI 2569 liegt ein umfangreiches Normenwerk zur Anwendung durch den planenden Akustiker vor. Mit diesem Beitrag wird gezeigt, wie diese normativ empfohlenen Vorgehensweisen durch geeignete softwaretechnische Strategien so unterstützt werden, dass die mit den genannten Normen und Richtlinien vorgegebenen Zielwerte in den Planungsprozess eingebettet werden können. An praktischen Beispielen wird gezeigt, wie der Einfluss der Raumaufteilung und der Ausstattung auf die Beurteilungspegel, die Nachhallzeiten und auf die Sprachverständlichkeit zwischen

den unterschiedlichen Arbeitsbereichen planerisch beurteilt und somit optimiert werden kann.

Do. 10:20 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz I

Evaluation von Maßnahmen zur Reduzierung von störendem Hintergrundgesprechen an Büroarbeitsplätzen: Vergleich von Messung und Hörversuch

Andreas Liebl^a, Noemi Martin^a, Maria Zaglauer^a und Katharina Kowalsky^b

^a*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik;* ^b*Universität Potsdam*
Sprache ist die am meisten störende Geräuschquelle in Großraumbüros. Mithilfe raumakustischer Maßnahmen, wie Schallabsorption, Schalldämmung und Sound Masking lässt sich die Störung reduzieren. Eine Vielzahl von Produkten wirbt mit der Eigenschaft, störenden Sprachschall zu mindern. Allerdings gibt es noch keine standardisierte Methode, um die Minderung von Sprachschall durch solche Produkte zu deklarieren. Ein entsprechendes Verfahren wurde 2016 vorgeschlagen und hier angewandt. Ergänzend zur Etablierung eines solchen Verfahrens stellt sich die Frage, in welchem Ausmaß Sprachschall reduziert werden muss, so dass der Nutzer davon profitiert oder zumindest einen wahrnehmbaren Unterschied feststellen kann. Das vorgeschlagene Verfahren wurde verwendet, um Büromöbel zu bewerten. Zusätzlich wurden Aufnahmen von Sprachschall bei unterschiedlicher Möblierung hergestellt und damit Hörversuche durchgeführt. Damit wurde untersucht, ob das Ausmaß der Reduzierung von Sprachschall durch die Möbel ausreichend ist, um Verbesserungen nachzuweisen. Da sich zeigte, dass diese durch die Möbel im geprüften Aufbau in naher Entfernung unzureichend ist, wurden zusätzlich Szenarien untersucht, in welchen das Grundgeräusch variiert wurde. Übliche Varianten der Büromöblierung erreichen zumindest in naher Entfernung keine ausreichende Reduzierung von Sprachschall.

Do. 10:40 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz I

Zur Wirkung der temporal-spektralen Struktur und Richtungsabhängigkeit von Sound Masking Signalen auf die kognitive Leistung und Lästigkeit

Tobias Renz

Universität Stuttgart, IABP

Irrelevante Sprachschalle zählen zu den überwiegenden Störfaktoren in Mehrpersonenbüros, insbesondere bei kognitiv anspruchsvollen Aufgaben mit hohen Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis. Die Neufassung der VDI 2569 nimmt Bezug auf diese Problematik, welche durch eine entsprechende akustische Konditionierung vermindert werden kann. Der Einsatz elektroakustischer Sound Masking Systeme kann die Kontrollierbarkeit der Hintergrundgeräuschkulisse bei gleichzeitiger Reduktion des störenden Einflusses sprachlicher Geräusche erhöhen. Sprachähnliche Maskersignale, welche durch Verarbeitung wie beispielsweise

Zeitumkehr-Methoden erzeugt werden, senken im Vergleich zu Rauschsignalen bereits bei höheren Signal-Rausch-Verhältnissen zwischen -5 und 0 dB die Sprachverständlichkeit von überlagerten Sprachschallen. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass bei einem Signal-Rauschabstand von -5 dB weder bei Verwendung eines zeitumkehrten Sprachsignals als Maskersignal noch bei einem stationären Rauschsignal eine wirksame Maskierung in Bezug auf die Arbeitsgedächtnisleistung eintritt. Hörversuche mit niedrigeren Signal-Rausch-Verhältnissen wurden durchgeführt, um die Arbeitsgedächtnisleistung und subjektiv empfundene Lästigkeit verschiedener Maskiergeräusche in einem wirksameren Bereich zu vergleichen. Ergänzend wurde der Einfluss der Richtungsabweichung zwischen Maskier- und Sprachsignal auf die Wirksamkeit untersucht.

Do. 11:00 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz I

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Lärm am Arbeitsplatz (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 11:00 (CAP2-Paulsen); Poster-Forum: Do. 11:20

Do.

Lärm am Arbeitsplatz (Poster)

Ears II: Entwicklung eines praxistauglichen Messverfahrens für luftgeleiteten Ultraschall

Christian Ullisch^a, Robert Schöneweiß^b und Andrea Wolff^a

^aInstitut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin; ^bPhysikalisch-Technische Bundesanstalt

In den letzten Jahrzehnten haben sich verschiedene ultraschallbasierte Arbeitsverfahren in industriellen Produktions- und Fertigungsprozessen etabliert.

Da über die menschliche Wahrnehmung von luftgeleitetem Ultraschall und seine Wirkungen bisher nur wenig belastbares Material vorliegt, ergibt sich aus der industriellen Anwendung von Ultraschall möglicherweise ein Gefährdungspotential für Arbeitnehmer und Bevölkerung. In diesem Zusammenhang wurde das Ears II EU-Projekt ins Leben gerufen, um verschiedene Aspekte der Wahrnehmung und Wirkung von Schall außerhalb des als "Hörfrequenzbereich" definierten Bereiches von 16 Hz - 16 kHz zu untersuchen.

Bei den im Arbeitsschutz angewandten Verfahren - z.B. nach VDI 3766 - bleibt der Einfluss von luftgeleitetem Ultraschall bisher unberücksichtigt, da dessen Anteil am Gesamtschalldruckpegel durch entsprechende Frequenzbewertungen (U und AU) gezielt unterdrückt wird, um die Lärmexposition im Hörschallbereich korrekt ermitteln zu können. Die von Maschinen emittierten Ultraschallfelder sind bisher unbekannt, bzw. es existieren nur Laborverfahren zu deren Quantifizierung. Eine für die

Beurteilung der Ultraschallbelastung an Arbeitsplätzen geeignete Messstrategie muss daher iterativ durch Auswertung bereits existierender Daten, Evaluation bestehender Verfahren und Praxistests entwickelt werden.

In diesem Zusammenhang stellen wir die aktuellen Fortschritte in der Entwicklung eines Messverfahrens für luftgeleiteten Ultraschall vor und diskutieren bestehende Probleme.

Do.

Lärm am Arbeitsplatz (Poster)

Europäischer Ringversuch zur Schalldämmung von Gehörschutzstöpseln

Sandra Dantscher

Institut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin

Ein wesentlicher Teil der EG-Baumusterprüfung von Gehörschutz ist die Bestimmung der passiven Schalldämmung nach EN ISO 4869-1:1990. Bei diesem Verfahren wird die Hörschwelle von Versuchspersonen in einem diffusen Schallfeld mit und ohne Gehörschutz für terzbandbreites Rauschen bestimmt. Aus den Ergebnissen der Messungen zwischen 63 und 8000 Hz für 16 Versuchspersonen werden verschiedene Kenngrößen berechnet, die in der Benutzerinformation der Produkte angegeben und zur Auswahl eines geeigneten Gehörschützers verwendet werden (APV-Werte, HML-Werte, SNR-Wert). Die EN ISO 4869-1 nennt in Anhang A Werte für die Wiederholbarkeit (im selben Labor unter identischen Bedingungen) und die Reproduzierbarkeit (zwischen verschiedenen Labors) der Schalldämmung. Für Gehörschutzstöpsel ergeben sich mit einem Vertrauensniveau von 95 % Werte für die Wiederholbarkeit von etwa 3 dB und für die Reproduzierbarkeit von 6 bis 8 dB (frequenzabhängig). Die genannten Zahlen basieren auf Ringversuchen aus den 1980er Jahren. Im Jahr 2012 wurde in der "Vertikalgruppe 4" (Erfahrungsaustauschkreis der europäischen notifizierten Stellen für Gehörschutz) ein neuer Ringversuch gestartet. Dabei wurden seither drei Gehörschutzstöpsel in neun Labors vermessen. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Ergebnisse und vergleicht die ermittelten Messunsicherheiten mit den Werten der EN ISO 4869-1:1990, mit weiteren Ringversuchen sowie mit dem neuen Ansatz zur Abschätzung der Messunsicherheit der prEN ISO 4869-1:2017.

Do.

Lärm am Arbeitsplatz (Poster)

Development of an Ultrasound Level Meter Suitable for Practical Use in Occupational Health

Moritz Wächtler^a, Christoph Kling^a und Andrea Wolff^b

^a*Physikalisch-Technische Bundesanstalt; ^bInstitut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin*

The number of German workplaces exposed to airborne ultrasound has been increasing due to the growing usage of ultrasound techniques, such as welding or cutting. German law demands an assessment of

all existing and potential hazards at the workplace. The measurement of ultrasonic noise and a suitable measurement device are thus also required. However, the sound level meters available to date are very limited in terms of their applicability to ultrasonic frequencies. Therefore, as part of a project at the Physikalisch- Technische Bundesanstalt (PTB), a sound level meter with an extended range covering audible as well as ultrasonic frequencies is being developed. First, a list of requirements partly based on the IEC standard for sound level meters (e.g. electromagnetic compatibility) is formulated. Second, software for calculating, displaying and recording the sound levels is implemented. Third, hardware components, such as microphone capsules, are selected and tested with respect to their characteristics in both the audible and the ultrasonic frequency range. Finally, the components are assembled to obtain a preliminary version of an ultrasound level meter, which, in the following course of the project, needs to be tested and modified to meet the requirements.

Do.

Lärm am Arbeitsplatz (Poster)

Luftgeleiteter Ultraschall am Arbeitsplatz

Andrea Wolff

Institut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin

Der industrielle Einsatz von Ultraschall-Technologie hat in den letzten Jahrzehnten deutlich zugenommen. So haben sich beispielsweise das Schweißen von Plastik per Ultraschall oder das Schneiden verschiedenster Lebensmittel mit ultraschallangeregten Messern als energieeffiziente und preiswerte Verarbeitungsmöglichkeiten etabliert. Als Nebeneffekt entsteht an den zugehörigen Arbeitsplätzen häufig luftgeleiteter Ultraschall, der auf die Mitarbeiter einwirkt. Um im Zuge dieses Fertigungstrends dem Arbeitsschutz gerecht zu werden, ist im September 2012 die überarbeitete Richtlinie VDI 3766 "Ultraschall - Arbeitsplatz - Messung, Bewertung, Beurteilung und Minderung" erschienen, die ein spezielles Verfahren zur Messung, Bewertung und Beurteilung der Schallexposition im Beisein von luftgeleitetem Ultraschall beschreibt. Wir stellen die wesentlichen Inhalte der VDI 3766 vor und zeigen die Probleme und Lücken der Richtlinie aus Sicht des Arbeitsschutzes auf. Anschließend werden aktuelle Bestrebungen zur Verkleinerung bzw. Be seitigung dieser Defizite präsentiert.

Sitzung „Lärm am Arbeitsplatz II“

Do. 14:20 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz II

Wirkungen von Lärm auf das Lesen: Erkenntnisse und Forschungsansätze für den Arbeitskontext

Helga Sukowski und Erik Romanus

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Informationen aus geschriebenem Material entnehmen zu müssen, also etwas lesen zu müssen, ist an vielen Arbeitsplätzen häufig erforderlich - und dies gilt nicht nur für Büroarbeitsplätze. Es gibt zwar Studien, in denen Wirkungen von unerwünschten Geräuschen auf das Lesen (Korrekturlesen, Leseverstehen) untersucht werden. Die Zahl der Studien, in denen diese Wirkungen speziell für Arbeitsplatzsituationen betrachtet werden, ist jedoch gering. In diesem Beitrag werden zunächst Ergebnisse verschiedener Studien zur Wirkung von Lärm auf das Korrekturlesen zusammengefasst. Anschließend wird eine eigene Pilotstudie vorgestellt, in der eine mit Blick auf den Arbeitskontext konstruierte Leseaufgabe eingesetzt wurde. Im ersten Teil der Pilotstudie haben zwölf Personen die Aufgabe einmal in einer Ruhebedingung und einmal in einer Bedingung mit einem verständlichen Sprachgeräusch bearbeitet. Im zweiten Teil haben sechs Personen die Aufgabe zweimal in Ruhe und sechs Personen zweimal in der Geräuschbedingung bearbeitet. Die Ergebnisse aus Teil 1 zeigen eine signifikant geringere Anzahl richtig bearbeiteter Items in der Geräuschbedingung als in der Ruhebedingung. In Teil 2 wurde in beiden Untergruppen ein leichter Anstieg der Anzahl richtig bearbeiteter Items vom ersten zum zweiten Durchgang beobachtet. Die Leseaufgabe hat sich somit bereits in einer kleinen Stichprobe als lärmsensitiv erwiesen und soll daher für weitere Anwendungen ausgebaut und optimiert werden.

Do. 14:40 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz II

Ears II: Entwicklung eines metrologischen Konzepts zur Charakterisierung von luftgeleiteten Ultraschallfeldern am ArbeitsplatzRobert Schöneweiß^a, Christian Koch^a, Christoph Kling^a, Johannes Hensel^a und Christian Ullisch^b^aPhysikalisch-Technische Bundesanstalt; ^bInstitut für Arbeitsschutz der DGUV, St. Augustin

Die Präsenz von ultraschallemittierenden Technologien an Arbeitsplätzen sowie in öffentlichen und privaten Umgebungen nimmt stets zu. Damit einhergehend gewinnt auch die Betrachtung der Lärmbelastung von Schall außerhalb des Hörfrequenzbereiches an Bedeutung.

Zur Abschätzung der sich aus dieser Lärmbelastung ergebenden potenziellen Gesundheitsschädlichkeit ist, neben dem Verständnis der menschlichen Wahrnehmungsmechanismen von luftgeleittem Ultraschall, ein spezifisches metrologisches Konzept notwendig. Dieses umfasst auf die Erfordernisse des Ultraschalls angepasste Messinstrumente und die zugehörige Messmethodik zur validen Charakterisierung

von Schallfeldern. Vor dem Hintergrund bisher unzureichender Kenntnis über die Vorgehensweise bei der Risikoabschätzung der Lärmbelastung soll im Rahmen des EU-Projektes Ears II (www.ears-project.eu) unter anderem durch neurologische Untersuchungen das Verständnis über die Wahrnehmung von luftgeleittem Ultraschall erweitert werden. Darüber hinaus soll ein praktikables Messverfahren entwickelt werden, welches unter Berücksichtigung der Kalibrier- und Rückführbarkeit Aufschluss über Schallfeldparameter an Ultraschallarbeitsplätzen liefert. Im Beitrag werden der aktuelle Stand des Projektes dargestellt und die Ergebnisse von Messungen an einem Referenzarbeitsplatz präsentiert.

Do. 15:00 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz II

Die schalltechnische Simulationsberechnung - Ersatz oder Ergänzung normativer Verfahren?

Wolfgang Probst

DataKustik GmbH

Aufgrund neuerer Entwicklungen bei der numerischen Simulation von Maschinen und anderer technischer Einrichtungen als Schallquellen und bei der Berechnung der Schallausbreitung in beliebig komplexen industriellen Arbeitsumgebungen werden viele in Normen und Richtlinien festgelegte Vorgehensweisen quasi "überholt". Beispiele sind die Korrektur von gemessenen Emissionswerten vom Umgebungseinfluss, die in den zutreffenden Normen der Reihe ISO 3740 im Wesentlichen auf diffusen Schallfeldern beruhen, die zur Prognose meist zu grobe Beschreibung der Emission durch die zwei Einzahlwerte Schallleistungspegel und Emissions-Schalldruckpegel entsprechend der Maschinenlärm-Informationsverordnung und nicht zuletzt die Beschreibung der Schallausbreitung durch das Verfahren nach VDI-3760, welches quaderförmige Räume und spiegelnd reflektierende Begrenzungsflächen voraussetzt. Allerdings sollte es nicht im Interesse von Akustikern liegen, diese Zweigleisigkeit zu verstärken oder normative Verfahren durch Software-Techniken auszuhebeln. Vielmehr ist es erforderlich, diese neueren Möglichkeiten zu nutzen und in den Normungsprozess einzubinden. An einigen praktischen Beispielen wird gezeigt, wie durch eine kluge Einbindung von Simulationstechniken die Effektivität genormter Verfahren gesteigert und ihr Praxisbezug bei der Planung von lärmarmen Arbeitsstätten erheblich verbessert werden kann.

Do. 15:20 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz II

Gehörschutz-Otoplastiken - der bessere Gehörschutz?

Heinz Waldmann

Suva Luzern - Bereich Physik

Bei Lärmkontrollen in Betrieben sind all zu oft Personen anzutreffen, die den Gehörschutz offensichtlich falsch anwenden. Nicht selten werden in dieser Misere Gehörschutz-Otoplastiken als Problemlöser angepriesen, da sie angeblich nicht falsch angewendet werden können.

Bei der Evaluation von Gehörschutzmitteln in einem Grossbetrieb bot sich die Gelegenheit, bei einer Gruppe von 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern Messungen der Schutzwirkung von 6 verschiedenen Produkten durchzuführen.

Schon bei der manuellen Handhabung zeigten sich Probleme: Obwohl die Anwender in der Benutzung instruiert worden waren, traten bei Standard-Produkten und bei Gehörschutz-Otoplastiken erhebliche Unsicherheiten beim Einsetzen auf!

Mit einer Messung wurde überprüft, ob die Gehörschutzmittel die erwartete Schutzwirkung erzielen. Für mehrere Produkte ergaben die Messungen ungenügende Dämmungen. Es wurde auch klar, dass nur mittels Messung an der Person die Dämmung zuverlässig beurteilt werden kann; eine Sichtkontrolle ist nicht aussagekräftig.

Bei einigen Personen erbrachten gleich mehrere Produkte ungenügenden Schutz. Es scheint Gehörgangformen zu geben, die schwierig abzudichten sind.

Offenbar ist die wiederholte Kontrolle und persönliche Instruktion der Anwendung sowohl für Standard-Produkte wie auch für Gehörschutz-Otoplastiken ein Schlüsselfaktor zum guten Schutz. Der Betreuungsaufwand für Gehörschutz-Otoplastiken ist bei Beschaffung, Anpassung und Instruktion erheblich. Mit vergleichbarem Aufwand kann wohl auch mit Standard-Gehörschutzmitteln ein gutes Schutzniveau erreicht werden.

Do. 15:40 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz II

Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit der individuellen Schalldämmungsmessungen von Gehörschutz mit verschiedenen Messsystemen

Peter Sickert

BG Holz und Metall

Die individuelle Prüfung der Schutzwirkung wird für Gehörschutz-Otoplastiken in der TRLV "Lärm" und in der DGUV Regel 112-194 "Benutzung von Gehörschutz" gefordert. Darüber hinaus ist die Einhaltung des maximal zulässigen Expositionswertes von 85 dB(A) am Ohr des Gehörschutzbenutzers Bestandteil der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV). Um diese Einhaltung individuell sicherstellen zu können, ist es notwendig, auch für die anderen Gehörschutzarten individuell die Schutzwirkung zu bestimmen. Es sind inzwischen verschiedene Systeme im Einsatz, mit deren Hilfe die individuelle Schalldämmung bestimmt werden kann. Um die Sicherung der Wirksamkeit zu deklarieren oder sogar die Einhaltung des maximal zulässigen Expositionswertes zu bestätigen, muss Klarheit über die Aussagekraft der verwendeten Messsysteme geschaffen werden. Das betrifft sowohl die in der Praxis am häufigsten verwendeten Audiometer als auch andere audiometrische Verfahren sowie weitere spezielle Messsysteme der Gehörschutzhersteller.

Im Beitrag werden die Wiederholbarkeit von Messungen an einem Messsystem (z.B. Audiometer A) und die Vergleichbarkeit von mit gleichartigen Messsystemen gewonnenen Ergebnissen (z.B. Audiometer A gegen Audiometer B) untersucht.

Die Aussagekraft einzelner Systeme zur individuellen Schalldämmungsmessung wird diskutiert und in Relation zur Schutzwirkung und Einhaltung der maximal zulässigen Expositionswerte gesetzt.

Do. 16:00 CAP2-Paulsen

Lärm am Arbeitsplatz II

Ein kostengünstiger Gehörschutzcheck über Internet

Beat W. Hohmann

Suva Luzern - Bereich Physik

Die Anwendung von Gehörschutzpflanzen stellt einen Schwachpunkt der Gehörschadenprophylaxe dar, weil ihre Wirkung trotz guter Prüfergebnisse im Labor in der praktischen Anwendung sehr gering ausfallen kann. Schon 1990 betonte Prof. Royster nach seiner Analyse des Gehörschadenprophylaxe-Programms der Suva, dass ein Gehörschutzcheck wirksamer wäre als die durchgeführten Gehörtests.

Mit einem speziellen preisgünstigen digitalen Kopfhörer, bestehend aus einem modifizierten Schlagzeugkopfhörer mit hoher Dämmung der Aussergeräusche und einem USB-Kopfhörerverstärker für total weniger als 100 Euro, kann ein nahezu beliebiger PC für den Gehörschutzcheck verwendet werden, da dessen Eigenschaften für das Schallsignal im Kopfhörer irrelevant sind (ausser der Lautstärke, die auf Maximum zu stellen ist).

Der Gehörschutzcheck wird in Eigenverantwortung vom Mitarbeiter durchgeführt. Bei einem schlechten Ergebnis helfen ihm Hinweise, die Pflanzen besser anzuwenden. Sozusagen als Nebenprodukt erhält er sein Audiogramm. Zuhilfen des Vorgesetzten oder des Sicherheitsbeauftragten wird ein Ergebnisblatt ausgedruckt, das die Schutzwirkung des Gehörschutzmittels beziffert. Das Audiogramm sieht nur der Arbeitnehmer (vertrauliche medizinische Daten).

Im Vollzug der Präventionsvorschriften kann einem Betrieb die Durchführung des Gehörschutzchecks auferlegt werden, wenn sich bei seinen Mitarbeitern eine Verschlechterung der Gehörtstergebnisse zeigt. Der Gehörschutzcheck unterstützt so die Betriebe in ihrer Verantwortung, den Schutz ihrer Mitarbeiter vor gehörgefährdendem Lärm sicherzustellen.

Sitzung „Technische Akustik I“

Do. 9:00 CAP2-A

Technische Akustik I

Grundlegende Aspekte der Modellierung von Acoustic Black Holes und Tuned Mass Damper Arrays für vibroakustische Aufgabenstellungen der Luftfahrt

Martin Buchschmid^a, Matthias Miksch^b, Uwe Müller^c, Alexander Peiffer^c und Gerhard Müller^b

^a TU München, Lehrstuhl f. Baumechanik; ^b TU München; ^c Airbus Group Innovations

Ökoeffiziente Antriebskonzepte in Kombination mit Leichbaustrategien stellen die Entwicklung von Flugzeugen und Hubschraubern in der Zukunft vor große Herausforderungen. Da klassische Maßnahmen zur Reduktion der durch tonale Anregung der Struktur hervorgerufenen vibroakustischen Phänomene, wie z.B. die Anordnung von Schwerschichten, Schäumen oder lokalen Schwingungstilgern, mit einer - mit künftigen Anforderungen nicht vereinbaren - Erhöhung der Masse einhergeht, bedarf es neuer Entwicklungen zur Reduktion von Körperschall und sekundärem Luftschall. Maßnahmen, wie flächig verteilte Schwingungstilger und akustische schwarze Löcher könnten Potential für Neuentwicklungen besitzen, erfordern aber besondere Anforderungen an die Herstellung.

Im Forschungsvorhaben ALMA (Additive Layer Manufacturing for Acoustic Metamaterials) sollen neue Ansätze mit Hilfe numerischer Modelle entwickelt, mittels Additive Layer Manufacturing praktisch umgesetzt und final in einer Messkampagne untersucht werden. In dem Beitrag wird die projektspezifische Aufgabenstellung erläutert, es werden die zu untersuchenden Maßnahmen vorgestellt und erste Ergebnisse zur Modellbildung für Acoustic Black Holes und Tuned Mass Damper Arrays gezeigt.

Do. 9:20 CAP2-A

Technische Akustik I

Modellierung der Schalldämpfung mehrschichtiger Plattenresonatoren in Strömungskanälen

Roman Kisler^a und Ennes Sarradj^b

^a BTU Cottbus - Senftenberg, Lehrstuhl Technische Akustik; ^b TU Berlin, Fachgebiet Technische Akustik

Es wird ein analytisches Modell erstellt, das eine akkurate und schnelle Berechnung der Durchgangsdämpfung von Schalldämpfern in Form von mehrschichtigen, undurchlässigen Plattenresonatoren in Strömungskanälen ermöglicht. Durch die serielle Platzierung mehrerer Platten neben- und untereinander ist dieses Modell in der Lage, verschiedenste Kombinationen von unterschiedlichen Plattensegmenten zu berücksichtigen. Das ermöglicht eine individuelle Auslegung des angestrebten Frequenzspektrums der Durchgangsdämpfung. Darüber hinaus sind durch

die analytische Formulierung und die daraus resultierende niedrige Rechenzeit Optimierungsverfahren anwendbar, mithilfe derer die akustische Dämpfung für die jeweilig gegebenen Rahmenbedingungen maximiert werden kann.

Bisherige Modelle von Plattenschalldämpfern sind nur als akustisch kompakte Objekte modelliert, bei denen der Schall senkrecht einfällt. Die modalen Wandimpedanzen der Platte werden so berechnet und in Absorptionsgrade umgerechnet. Erst durch zusätzliche empirische Gleichungen, wie der Piening-Formel, werden Durchgangsdämpfungen in Kanälen abgeschätzt.

Das hier vorgestellte Modell geht hingegen von vollständig streifendem Schalleinfall aus und betrachtet durch die Berechnung der angeregten Plattenbiegewellen sowohl Schallreflexion als auch -absorption. Zusätzlich werden die Kopplungen der Schallfelder benachbarter und untereinander befindlicher Platten mit einbezogen, wodurch eine genaue analytische Modellierung beliebig angeordneter Plattensegmente möglich ist. Durch derartige Konfigurationen unterschiedlicher Segmente lassen sich breitbandigere, optimierte Schalldämpfer bei geringerem Bauraum auslegen, die sowohl im tief- als auch mittelfrequenten Bereich wirksam sind.

Do. 9:40 CAP2-A

Technische Akustik I

Parameter variations for a porous layer simulation

Ferina Saati Khosroshahi, Lennart Moheit und Steffen Marburg

TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme

Porous materials are extensively used for noise reduction purposes and enhancing the interior and exterior acoustic quality. Simulation methods include finite element modeling using several different material models for example Delany-Bazley-Miki and Johnson-Champaux-Allard. A number of acoustic studies in commercial software have been implemented and the already available models is worth an investigation as a case study. In this paper, the acoustic properties of a porous medium layer is studied as a simple academic problem without fluid flow. The porous layer is placed inside a simple geometry by means of a commercial finite element software and common models. The acoustic properties are then derived by variation of material and methodological parameters in a defined range. The studies aim at improving of the understanding of numerical treatments of porous layers in an acoustical context.

Do. 10:20 CAP2-A

Technische Akustik I

Porenstruktur und Schallabsorption offenzelligiger Mineralschäume

Roman Wack und Waldemar Maysenhölder

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Die Untersuchungen dienen dem Upcycling feinkörniger Bau- und Abbruchabfälle zu mineralischen Bauprodukten mit hohem Gebrauchswert, bekannter Gefahrstoff-Belastung sowie einer ausgeglichenen Ökobilanz über den gesamten Lebenszyklus (Projekt "StaubGold"). Ausgangspunkt ist die Beschreibung der Schallausbreitung in diversen Mineralschäumen: Wellenzahlen und charakteristische Impedanzen wurden im Impedanzrohr direkt gemessen; die Bestimmung der Parameter für das Johnson-Champoux-Allard-Modell erfolgte indirekt. Außerdem wurden diese Modellparameter aus Mikro-Tomografien mithilfe der Software GeoDict ermittelt. Darüber hinaus erlauben die Tomografien eine Charakterisierung der Porenmorphologie mit integralgeometrischen Maßen (Minkowski-Funktionale, einschließlich topologischer Information über die Konnektivität). Zusammenhänge zwischen diesen geometrischen Größen einerseits und Strömungswiderstand und Schallausbreitung andererseits werden diskutiert. Der zentrale theoretische Schritt bei der Optimierung der schallabsorbierenden Eigenschaften ist die Erzeugung fiktiver statistischer Porenstrukturen ("Boolesche Modelle"), die die gleichen integralgeometrischen Maße wie die realen Schäume besitzen und damit auch zu entsprechenden physikalischen Eigenschaften führen sollten. Dass diese berechneten Strukturen durch wenige Parameter spezifiziert sind, ermöglicht sinnvolle Strukturvariationen in überschaubarem Rahmen. Die aussichtsreichsten Varianten sollen in Mischsystemen aus Tensid- und Proteinschäumen realisiert werden.

Do. 10:40 CAP2-A

Technische Akustik I

Schalldämpfer für Aggressive AbgasmedienKarlheinz Bay^a, Hark Kemlein-Schiller^b, Franz Schantz^c, Andreas Schmohl^d und Peter Brandstätt^a

^a*Fraunhofer-Institut für Bauphysik*; ^b*Kutzner-Weber GmbH*; ^c*KWO Dichtungstechnik GmbH*; ^d*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik*

In modernen energieeffizienten Heizungsanlagen mit geringer Abgasstemperatur kondensiert der beim Verbrennungsvorgang entstandene Wasserdampf im Abgasstrang. In Gegenwart von Gasen wie z. B. SO₂, SO₃ und NO_x bildet sich korrosives Kondensat. Die Absorbermaterialien für Abgasschalldämpfer müssen somit chemischer Beständigkeit mit akustischen Eigenschaften verbinden. Auf Basis eines Absorbers aus PTFE (Polytetrafluorethylen) wurde ein Schalldämpferkonzept entwickelt, dass über die integralen Eigenschaften Kondensatbeständigkeit,

Schallabsorption im Bereich mittlerer und hoher Frequenzen sowie Reinigbarkeit und Wiederverwendbarkeit verfügt. Ausgehend von der Materialauswahl, wird der Ansatz für eine nachhaltige Lösung dieses akustischen, ökologischen und letztlich auch ökonomischen Problems, dargestellt. Möglichkeiten der Formgebung werden an Materialmodellen diskutiert und Eingangsparameter für ein Absorbermodell abgeleitet. Modellrechnungen werden durch vergleichende Messungen des Absorptionsgrads angepasst. Die resultierende Schalldämpfung, sowie Möglichkeiten zur Reinigbarkeit und Wiederverwertung werden am Beispiel eines Funktionsmusters gezeigt.

Do. 11:00 CAP2-A

Technische Akustik I

Faserfreie Breitbandschalldämpfung für korrosive Prozessbedingungen

Nicolas Komorek und Christian Komorek

filtertechnik.Europe

Korrosive Prozessbedingungen mindern den Absorptionsgrad konventioneller Schalldämpfung, die mit einer perforierten Funktionsfläche für den eigentlichen Prozess in Kombination mit Fasermaterial gestaltet ist. Fasermaterial bindet Feuchtigkeit und verliert damit seine Absorptionsfähigkeit, das Fasermaterial wird über die Zeit zersetzt. Die dauerhaft effektive Schalldämpfung für Umgebungen mit feuchten Prozessmedien ist mit Fasermaterial nicht möglich. Für korrosive Prozessbedingungen ist ein Absorptionsmaterial erforderlich, dessen Leistungsfähigkeit von Feuchtigkeit nicht eingeschränkt wird. Faserfreie Schalldämpfer aus Edelstahl sind in Ihrer Effektivität weitgehend unabhängig von der Feuchtigkeit von Prozessbedingungen. Durch die Entnahme der Fasern entfallen jedoch die zentralen Schallabsorptionsmerkmale Interferenzstruktur und Masse. Metallgewebe bietet eine dreidimensionale Struktur und ist gleichzeitig definierbar in seiner Masse. Durch die Weiterverarbeitung von Metallgewebe können in einem Material Interferenzstruktur, Masse und Funktionsfläche für den eigentlichen Prozess zur Verfügung gestellt werden. Aus Edelstahl verfügt das bearbeitete Metallgewebe MASH (Material Absorbing Sound and Heat) über eine hohe Korrosionsbeständigkeit und erzeugt die materialspezifische Wärmeabsorption. Im Einsatz werden mit MASH breitbandig hohe Absorptionsgrade erzielt. In der Veröffentlichung werden die Entwicklung von MASH, seine Struktur und Testergebnisse vorgestellt. Die Anwendbarkeit für korrosive Prozessbedingungen wird durch ein Praxisbeispiel für Schalldämpfung für Prozesse mit Niedrigtemperaturabgasen und speziellen Einsatzumgebungen illustriert.

Sitzung „Technische Akustik II“

Do. 14:20 CAP2-A

Technische Akustik II

Alternative Anordnungen von Kulissenschalldämpfern

Wolfgang Herget, Karlheinz Bay und Peter Brandstätt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Kulissenschalldämpfer erfüllen nach wie vor eine zentrale Aufgabe in der Anlagentechnik. In verschiedenen industriellen Anwendungen mit hohen Anforderungen an die Dämpfung kommen spezielle Schalldämpfer zum Einsatz. Eine bereits in der Vergangenheit untersuchte und in der Literatur bekannte Variante sind versetzte Kulissenanordnungen. Diese Kulisseneinbauvariante, sowie Stabkulissenanordnungen, wurden im Rahmen eines Industrieprojektes im Schalldämpfer-Prüfstand getestet. Hierbei wurden mehrere Kulissenkonfigurationen unter verschiedenen Ausstellungsverhältnissen auf die Einfügungsdämpfung, den Druckverlust und das Strömungsrauschen hin untersucht. Da recht wenige Werte derartiger Kulissenanordnungen in der Literatur vorhanden sind, konnte mit diesen gewonnenen Messdaten die Wirkung von versetzten und stabförmigen Kulissen überprüft werden. Ziel war es die Vor und Nachteile solcher alternativer Kulissenanordnungen zu ermitteln um für die Praxis Empfehlungen abzuleiten.

Do. 14:40 CAP2-A

Technische Akustik II

Akustische Merkmale zur Detektion von Fehlstellen in Rotorblättern von WindkraftanlagenGaetano Andreisek^a, Christian U. Große^b und Bernhard Seeber^a^a TU München, Audio-Signalverarbeitung; ^b TU München

Der Klopftest ist eine schnelle und robuste zerstörungsfreie Materialprüfung, bei der ein Prüfobjekt systematisch abgeklopft wird und dessen akustische Antwort Aufschlüsse über den lokalen Materialzustand geben kann. Dieses Verfahren eignet sich insbesondere zur Prüfung von Verbundwerkstoffen, welche materialtypische Fehlstellen wie Ablösungen und Lufteinschlüsse zwischen den Materialschichten aufweisen können. In dieser Arbeit wird die akustische Antwort von Rotorblättern von Windenergieanlagen untersucht. Auf Grundlage von vorläufigen Messergebnissen wird der Zusammenhang zwischen gewählten akustischen Merkmalen (bspw. spektraler Schwerpunkt oder zeitliches Abklingverhalten) und der Tiefe, in der sich die Fehlstellen im Material befinden, hergestellt. Weiterhin ist von Interesse, welchen Einfluss geometrische Randbedingungen auf die akustischen Merkmale und folglich die Detektion von Fehlstellen nehmen. Dafür werden bereits abgeklopfte Rotorblattabschnitte ausgeschnitten, abermals einem Klopftest unterzogen und die Messergebnisse verglichen.

Do. 15:00 CAP2-A

Technische Akustik II

Vergrößerungsfunktion der abgestrahlten Schallleistung einzelner Moden von RechteckplattenMatthias Klärner^a, Mario Wührle^a, Lothar Kroll^a und Steffen Marburg^b^a TU Chemnitz; ^b TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme

Die simulationsgestützte Auslegung dynamisch beanspruchter und akustisch sensibler Bauteile beinhaltet auch eine Bewertung der abgestrahlten Schallleistung. Unter Berücksichtigung verschiedener Vereinfachungen können Ansätze basierend auf der Oberflächenschnelle wie zum Beispiel ERP zur Leistungsermittlung herangezogen werden. Die erforderlichen Frequenzstützstellen der Oberflächenschnen lassen sich effizient mit modal superpositionierten harmonischen FE-Struktursimulationen ermitteln. Für einzelne Moden isotroper Rechteckplatten sollen allgemeingültige Vergrößerungsfunktionen identifiziert werden. Unter Kenntnis der Dämpfung der betreffenden Moden ist damit lediglich die Simulation eines einzelnen Frequenzschritts in der Resonanz zur Ermittlung der abgestrahlten Schallleistung im gesamten Frequenzbereich erforderlich.

Do. 15:20 CAP2-A

Technische Akustik II

Akustik 3D-gedruckter Zahnräder

Philipp Neubauer, Joachim Bös und Tobias Melz

Fachgebiet SAM, TU Darmstadt

Am Fachgebiet SAM wird derzeit die inäquidistante Verzahnung entwickelt. Diese neuartige Verzahnung zeichnet sich durch eine unregelmäßige Anordnung der Zähne von Zahnrädern aus. Hierdurch wird das Geräusch, entstehend durch den Zahneingriff, verändert. Statt eines tonalen und lästigen Geräusches, wie bei konventionellen Verzahnungen, ("Getriebeheulen") entsteht ein weniger lästiges Geräusch mit eher rauschartigem Charakter (siehe Beiträge zur DAGA 2016 und Inter-Noise 2016). Eine besondere Herausforderung bei der Entwicklung der inäquidistanten Verzahnung ist jedoch die Fertigung von Prüfzahnrädern zur experimentellen akustischen Überprüfung der Forschungsergebnisse. Einerseits muss eine gewisse Anzahl an individuell ausgelegten Zahnräderpaaren gefertigt werden können, andererseits sollen die Fertigungskosten möglichst niedrig sein. Um diesen Anforderungen zu genügen, wird in diesem Beitrag untersucht, inwiefern sich mittels Fused Deposition Modeling (FDM) 3D-gedruckte Zahnräder für die Untersuchung des Zahneingriffsgeräusches eignen. Es wird das Druckverfahren allgemein vorgestellt, um anschließend auf den Herstellprozess der Zahnräder und die daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften im Speziellen einzugehen. An einem akustischen Getriebeprüfstand werden die mittels 3D-Druck hergestellten Zahnräder mit geometrisch identischen Referenzzahnrädern (Stahl, Industriequalität) unter verschiedenen Betriebsbedingungen verglichen. Es wird dargestellt, welche Chancen und

Risiken sich bei der akustischen Untersuchung 3D-gedruckter Zahnräder ergeben.

Do. 15:40 CAP2-A

Technische Akustik II

Investigations on Acoustic Radiation by Hearing Aid Tubes

Erwin Kuipers^a und Nils Westhausen^b

^a Sonova AG; ^b Jade Hochschule Oldenburg, Inst. f. Hörtechnik u. Audiologie

Acoustic feedback in hearing aids is a common problem. It limits the maximum possible gain of the hearing aid and, in addition, it leads to uncomfortable noises. One source of acoustic feedback in behind-the-ear hearing aids (BTE's) is the vibro-acoustic radiation of hearing aid tubes. In the present work, the vibro-acoustic behavior of such tubes is investigated. To this purpose, the response of a number of different tubes to internal acoustic loading was investigated with a laser-vibrometer. From these, and from a set of additional mechanical dynamical measurements, the material properties of the tubes were determined. Particular attention was paid to frequency-dependent behavior of these properties due to the viscoelastic nature of the tubes. In a next step, the acoustic radiation of the tubes was investigated on component level. Numerical models were developed to describe this radiation. Finally, the feedback gain for a real hearing aid was predicted and conclusions for the design of hearing aid tubes were derived.

Do. 16:00 CAP2-A

Technische Akustik II

Rückführung von Mikrofonen und Schallpegelmessgeräten im Infraschallbereich

Christoph Kling

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Im Infraschallbereich, d.h. im Frequenzbereich unterhalb der klassischen Hörbereichsgrenze, werden immer mehr Lärmessungen getätigt, zum Beispiel an Windkraftanlagen oder bei Sprengungen im Tagebau. Schwierig ist dabei die Kalibrierung des Messequipments, weshalb Messergebnisse immer wieder angezweifelt werden. Eine Rückführung des Schalldruckpegels ist derzeit nur bis hinunter zu 10 Hz möglich. Um dieses Problem zu lösen, wurde an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) eine Sekundär- und eine Primärkalibrierung im Infraschallbereich aufgebaut. Eine erweiterte Reziprozitätskalibrierung liefert die metrologische Referenz für ein praktikables Sekundärverfahren, das wiederum auf Mikrofone ebenso wie auf Schallpegelmessgeräte angewandt werden kann. Es steht nun eine geschlossene Rückführungskette bis hinunter zu 2 Hz zur Verfügung. Damit können sowohl Bezugsnormale für Labore hergestellt, als auch direkte Messgeräte für Anwender kalibriert werden.

Sitzung „Strömungsakustik I“

Do. 8:40 CAP2-C

Strömungsakustik I

Simulation von Breitbandlärm mit schneller Multipol Randelementmethode und stochastischen QuellenNils Reiche^a, Markus Lummer^b, Roland Ewert^b und Jan Delfs^b^a*DLR AS-TEA*; ^b*DLR*

Die Simulation von Breitbandlärm komplexer, vollmaßstäblicher Geometrien mit konventionellen, volumenaufgelösten CAA-Verfahren oder skalaufgelösten Simulationen wie LES erfordert einen enormen numerischen Aufwand, soweit geometrische Details bzw. kleine Wellenlängen aufgelöst werden sollen. Es wird ein Ansatz präsentiert, welcher stochastische Quellmodellierung mittels "Fast Random Particle Mesh" (FRPM) Methode und schnelle Randelementmethode (FM-BEM) verknüpft und somit ein numerisch hoch effizientes Verfahren bereitstellt.

Die akustische Quelle des FM-BEM-Verfahrens ergibt sich aus den wandinduzierten Geschwindigkeiten, der aus FRPM modellierten Turbulenzwirbel. Bei der modellierten Turbulenz handelt es sich um synthetische, instationäre, dreidimensionale Turbulenz, welche gemittelt die Statistik einer zugrunde liegenden Reynolds gemittelten Navier-Stokes Simulation (RANS) erfüllt. Der gesamte Ansatz ist demnach empiriefrei. Simulationen von Vorflügellärm des DLR-F15LS Flügels haben die Leistungsfähigkeit des Verfahrens bereits unter Beweis gestellt. Ebenfalls ist die Anwendung auf komplexe 3D Flügel wie einem A320 ähnlichen Flügel gezeigt worden. In dieser Arbeit soll die Methode auf weitere akustische Probleme wie Hinterkantenlärm angewandt werden. Dabei ist ein Vergleich mit Ergebnissen aus Benchmarktestfällen, sowie volumenauflösenden CAA-Simulationen geplant.

Do. 9:00 CAP2-C

Strömungsakustik I

Randbedingungen der Galbrun-Gleichung in komplexen StrömungenMarcus Guettler und Steffen Marburg*TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme*

Im Bereich der Strömungsakustik haben sich eine Vielzahl von unterschiedlichen Formulierungsmöglichkeiten etabliert. Dazu gehören beispielsweise die linearisierten Euler-Gleichungen, die linearisierten Navier-Stokes-Gleichungen oder die Störungsgleichungen. Die weitestgehend noch unbekannte Galbrun-Gleichung stellt eine attraktive Alternative dar. Zur Herleitung wird eine gemischte Euler-Lagrange Betrachtungsweise verwendet. Anstelle der sonst gesuchten Felder, wie Dichte, Druck und Geschwindigkeit tritt nunmehr die Partikelverschiebung als einzig gesuchtes Vektorfeld. Während sich die Behandlung der Randbedingungen für die Galbrun-Gleichung an festen undurchdringlichen Wänden relativ einfach gestaltet, erweist sich deren Behandlung an Ein- und Ausflussgrenzen umso schwieriger. Die vorliegende Arbeit befasst

sich mit den Ein- und Ausflussbedingungen als Randbedingungen der Galbrun-Gleichung zur Berechnung der Strömungsakustik in komplexen Strömungen.

Do. 9:20 CAP2-C

Strömungsakustik I

Untersuchung verschiedener hybrider CAA-Formulierungen auf Basis des "hydrodynamic/acoustic splitting"

Thorben Schröder, Patrick Silkeit und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Die sogenannten "hydrodynamic/acoustic splitting"-Ansätze sind eine Klasse von hybriden Verfahren in der numerischen Strömungsakustik (CAA). Sie basieren jeweils auf einer inkompressiblen Strömungssimulation, wobei zeitliche Ableitungen des Druckes als primäre Quellterme fungieren. Die akustischen Modellierungsgrößen sind in allen Fällen kompressible Störungen, wobei die jeweiligen Herleitungen zu unterschiedlichen Differentialgleichungssystemen führen. Damit unterscheiden sich diese Methoden schon in der grundlegenden Trennung von akustischen und hydrodynamischen Anteilen von anderen üblichen Verfahren, die zumeist die akustischen Größen als zeitliche Fluktuationen um einen Mittelwert modellieren. Beispiele für Methoden der oben genannten Klasse bzw. stark verwandte Verfahren sind der "Expansion about Incompressible Flow"- Ansatz (Hardin und Pope, 1994 bzw. Shen und Sørensen, 1999), die zweite Variante der "Acoustic Perturbation Equations" (Ewert und Schröder, 2003) und die "Linearized Perturbed Compressible Equations" (Seo und Moon, 2006). Der vorliegende Beitrag analysiert unterschiedliche Verfahren der Klasse und vergleicht diese anhand von Beispielrechnungen. Im Fokus der Diskussion stehen einerseits eine Analyse der gemeinsamen Eigenschaften sowie die Vor- und Nachteile der einzelnen Formulierungen, andererseits wird ein Vergleich mehrerer Verfahren bezüglich Ergebnisqualität und numerischer Effizienz und Stabilität durchgeführt.

Do. 10:00 CAP2-C

Strömungsakustik I

Eine Kombination aus hybrider Störungsansatz und Kirchhoff Integration zur Simulation von strömungsinduziertem Schall

Patrick Silkeit, Thorben Schröder und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

In der numerischen Strömungsakustik spielen, neben der direkten numerischen Simulation des strömungsinduzierten Schalls, vor allem "hybriden Störungsansätze" und "Integralmethoden" eine wichtige Rolle. Beide Vorgehensweisen bieten die Möglichkeit, den strömungsinduzierten Schall, aufbauend auf bestehenden Strömungsergebnissen, in einer nachgeschalteten Simulation zu berechnen. Die Verfahren unterscheiden sich allerdings im generellen Prozedere sowie durch ihre Vor- und Nachteile in der Anwendung. Die hybriden Störungsansätze bilden ein Differentialgleichungssystem, das mit Hilfe numerischer Methoden auf

einem diskretisierten Gebiet gelöst werden kann und daher eine räumliche sowie zeitliche Darstellung ermöglicht. Die Integralmethoden stellen mit Hilfe von Green'schen Funktionen Oberflächen- und Volumenintegrale auf, deren Lösung der Schalldruck an einem beliebig weit entfernten Punkt außerhalb des Integrationsgebietes ist. Im vorliegenden Beitrag wird eine Kombination aus einem hybriden Störungsansatz in Form der zweiten Variante der "Acoustic Perturbation Equations" (Ewert und Schröder, 2003) und einer Integralmethode in Form der "Kirchhoff Integralgleichung" (Morino, 1985) vorgestellt. Ziel ist es eine Möglichkeit zur Berechnung des Schalldruckes im Nah- und Fernfeld zu ermöglichen. Hierzu werden erste Ergebnisse des kombinierten Verfahrens vorgestellt und unter dem Aspekt der Effizienz und Genauigkeit betrachtet.

Do. 10:20 CAP2-C

Strömungsakustik I

Numerical simulations of the acoustic noise radiated by radial fans into the free field**Hakan Dogan und Martin Ochmann***Beuth Hochschule für Technik Berlin*

The reduction of the acoustic noise caused by rotating radial fans is of importance in many engineering applications. In general, a broadband noise spectrum is observed with a major noise component at the blade passing frequency of the fan, and further contributions from the wall reflections and the vortex-induced waves. The unsteady and turbulent physics of the flow implies that the near field propagation should be solved by means of transient computational fluid dynamics methods, for the initial rotations of the fan. Such results regarding the pressure and the velocity variations in the fluid can be then used with the so called "acoustic analogy" to estimate the acoustic noise in the far field. In this work, the acoustic noise from a rotating fan used in a household tumble dryer is investigated. For a preliminary analysis, an open field problem (without the housing of the fan) is considered. The near field flow is solved via a commercial software (e.g. COMSOL or ANSYS). The acoustic propagation in the far field is then predicted with two different methods: first, using a boundary integral equation over a virtual Kirchhoff surface near the blades and second, employing the Ffwoes Williams - Hawking equation.

Do. 10:40 CAP2-C

Strömungsakustik I

Simulation of wall pressure fluctuations for high subsonic and transonic turbulent boundary layers**Nan Hu***German Aerospace Center (DLR)*

Wall pressure fluctuations beneath zero pressure gradient turbulent boundary layers are simulated in the high subsonic and transonic flow regimes with Reynolds number on the order of 10 million. The fluctuating pressure within the boundary layer is calculated by solving a Poisson

equation. Actually, in a compressible turbulent boundary layer the pressure fluctuations are not governed by the Poisson equation, which holds only for incompressible flow. However, results from experiments carried out in the Transonic-Wind-Tunnel Göttingen and on the Advanced Research Technology Aircraft of the German Aerospace Center, show first, the acoustic contribution to the wall pressure fluctuations is negligible compared to the hydrodynamic contribution and second, the measured spectral amplitude fits well with the spectra predicted from Goody model, which was derived from subsonic turbulent boundary layer data. Therefore, we are encouraged to compute the pressure fluctuations via the Poisson equation even for the transonic flow, with which the computation can be more efficiently performed. Synthetic turbulence generated with the Fast Random Particle-Mesh Method is used to describe the source terms on the right-hand of the equation. Both the mean-shear term and turbulence-turbulence term are considered. Results are compared to the experimental results.

Do. 11:00 CAP2-C

Strömungssakustik I

Strömungssakustische Simulation der Umströmung einer Zylinder-Flügelprofil-Anordnung unter Berücksichtigung dreidimensionaler Effekte

Joscha Piepiorka, Thorben Schröder und Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg

Strömungslärm ausgehend von Turbomaschinen spielt eine immer wichtigere Rolle bei der Bewertung von neuen Produkten, deren Spektrum von einer Flugzeugturbine bis zum Lüfter einer Klimaanlage reicht. Eine Möglichkeit zur Vorhersage des entstehenden Schallfeldes bieten die hybriden Verfahren der Strömungssakustik. Die zugehörigen Störungsansätze führen dazu eine Auftrennung der Zustandsgrößen ein, die eine losgelöste Simulation der Strömung und der darauf aufbauenden Akustik ermöglichen. Eines der Hauptprobleme in der numerischen Vorhersage liegt dabei in der Berücksichtigung von dreidimensionalen Effekten. Da eine volle Auflösung der realen Gebietsausdehnungen nicht immer gewährleistet werden kann, ist eine sinnvolle Modellierung dreidimensionaler Effekte unumgänglich. In diesem Beitrag werden strömungssakustische Berechnungen einer experimentellen Zylinder-Flügelprofil-Umströmung (Jacob et al., 2005) durchgeführt, die auf die primären Entstehungsmechanismen von Strömungslärm in Turbomaschinen abzielen. Dazu wird der zu den Störungsverfahren gehörende "Expansion about Incompressible Flow"-Ansatz (Shen & Sørensen, 1999) verwendet, um eine möglichst umfangreiche örtliche sowie zeitliche Lösung des Schalldruckes zu erhalten. Als Ausgangspunkt werden unterschiedliche numerische Strömungsergebnisse herangezogen und hinsichtlich ihrer Eignung als hydrodynamisches Quellfeld bewertet. Im Mittelpunkt der

Analyse stehen die Möglichkeiten zur Berücksichtigung der dreidimensionalen Effekte und der damit einhergehende Einfluss auf die Simulationsergebnisse. Abschließend werden die akustischen Ergebnisse kritisch diskutiert und anhand von gemessenen Daten validiert.

Sitzung „Strömungsakustik II“

Do. 14:20 CAP2-C

Strömungsakustik II

Simulation von Hinterkantenlärmen an Tragflügelprofilen mit porösen Elementen

Lennart Rossian^a, Roland Ewert^b und Jan Delfs^b

^aDLR AS-TEA, ^bDLR

Mit der erfolgreichen Reduktion von Antriebslärmen an heutigen Verkehrsflugzeugen gewinnt Umströmungslärm eine immer größere Bedeutung. Dieser entsteht unter anderem durch die Interaktion der Wirbelstrukturen der turbulenten Grenzschicht mit der Hinterkante der Tragflügel. Zur Reduzierung dieser Lärmquelle werden verschiedene Ansätze verfolgt, unter anderem gezackte Hinterkanten, so genannte Serrations. Ein weiterer Ansatz besteht im Einsatz von strömungsdurchlässigen, porösen Materialien. Experimentelle Untersuchungen haben bereits gezeigt, dass mit porösen Metallen eine breitbandige Lärmreduktion erreicht werden kann. Bei der numerischen Modellierung solcher Materialien im DLR-CAA-Code PIANO wird auf eine volumengemittelte Beschreibung mittels charakteristischer Materialparameter zurückgegriffen. Eine besondere Beschreibung wird dabei für die Ränder des porösen Materials benötigt, da hier eine Unstetigkeit beim Übergang zwischen porösem Material und freier Umströmung vorliegt. Dafür wurden akustische Sprungbedingungen formuliert, die eine Umrechnung zwischen den beiden Bereichen ermöglichen. Mit diesen Methoden ist es möglich, den Einfluss von verschiedenen Materialparametern auf den erzeugten Lärm zu untersuchen. Von besonderem Interesse ist hierbei die Betrachtung von anisotropen und graduierten Materialien. Erste Simulationen liefern bereits vielversprechende Ergebnisse, die einen deutlichen Einfluss der Anisotropie und Gradierung des Materials auf den erzeugten Lärm zeigen. Für den endgültigen Beitrag werden weitere Parameterstudien durchgeführt, sodass eine Bewertung des Einflusses der unterschiedlichen Materialeigenschaften auf die Lärmreduktion präsentiert werden kann.

Do. 14:40 CAP2-C

Strömungsakustik II

Aerodynamic and aeroacoustic wind tunnel tests of a half wing model with a full-span droop-nose leading edge

Seiji Adachi, Karlheinz Bay, Peter Brandstätt, Wolfgang Herget und John Simpson

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

A full-span droop-nose leading edge is proposed in the Clean Sky GRA project as a next-generation low-noise high-lift device. This device can

prevent flow separation on the upper wing surface at large angles of attack and therefore provides high lift. The device is also considered to be promising for reducing noise because no gaps are found between the leading edge and the wing. These features have been admitted in CFD and CAA analyses. In this study, they were experimentally confirmed in wind tunnel tests using a 1:6-scaled half wing model. The model generally showed similar aerodynamic performance to that estimated in CFD analysis. An exception was that the droop-nose configuration provided very large lift and a large stall angle when no transition tripping devices were equipped. In an acoustic beamforming experiment, no extra noise sources were found at the droop nose leading edge. This device did not increase the noise level. By analyzing microphone signals in the far field, an indication of noise radiated from the wing model could be detected at higher frequencies, although entire noise spectra could not be determined because the microphone signals were largely contaminated by the noise from the wind tunnel itself.

Do. 15:00 CAP2-C

Strömungsakustik II

Experimentelle Untersuchung der aeroakustischen Schallabstrahlung von rotierenden Scheiben

Andreas Renz und Stefan Becker

Univ. Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl f. Prozessmasch. u. Anlagentech.
Hohe Wärmedämmung und Isolation bei Neu- und sanierten Altbauobjekten machen in vielen Fällen den Einsatz von Lüftungsgeräten nötig, um den geforderten Luftaustausch zu gewährleisten. Ein neuartiges Konzept eines dezentralen Lüftungsgeräts wurde untersucht, bei dem ein sogenannter Reibungsventilator die Funktion der beiden Ventilatoren für Zuluft- und Ablufttransport sowie des Wärmeübertragers übernimmt. Der Reibungsventilator besteht aus einem elektrisch angetriebenen, rotierenden Scheibenpaket. Die Scheiben sind so angeordnet, dass diese quer zur Strömungsrichtung mittig zwischen zwei voneinander getrennten Lüftungskanälen rotieren. Die Reibung zwischen den rotierenden Scheiben und der Luft induziert dabei zwei entgegengesetzte Strömungen in den Kanälen. Besteht ein Temperaturunterschied zwischen den Strömungen wirken die Scheiben des Reibungsventilators als Wärmeübertrager. In Untersuchungen konnte die generelle Eignung des Konzepts als Lüfter und Wärmeübertrager demonstriert werden. Dabei zeigte der Reibungsventilator ein von klassischen Turbomaschinen abweichendes akustisches Verhalten. Bei Axial- oder Radialmaschinen setzt sich das abgestrahlte Schallspektrum aus breitbandigen Anteilen sowie tonalen Anteilen im Bereich der Blattfolgefrequenz und deren Vielfachen zusammen. Zur Messungen der Strömungsakustik des Reibungsventilators wurde ein spezieller Prüfstand eingesetzt, bei dem Nebengeräusche nahezu eliminiert werden konnten. Bei unterschiedlichen Konfigurationen konnte eine breitbandige Schallabstrahlung mit sehr geringen tonalen Anteilen gemessen werden. Zudem war auffällig,

dass sich die Abstrahlung bei unterschiedlichen Betriebszuständen nur geringfügig änderte.

Do. 15:20 CAP2-C

Strömungsakustik II

Strömungsgeräusche von instationären, axialsymmetrischen Grenzschichten in hydroakustischen Antennen

Jan Abshagen und Volkmar Nejedl

Wehrtechnische Dienststelle 71

Axialsymmetrische turbulente Grenzschichten sind für strömungsakustische Anwendungen von großer Bedeutung. Häufig treten diese Grenzschichten in einem begrenzten Innenraum auf und strahlen Schall durch Wechselwirkung mit der mechanischen Struktur in den Außenraum ab, wie z.B. bei der Schallentstehung durch turbulente Rohrströmungen. In anderen Anwendungen, wie z.B. bei hydroakustischen Antennen, führt hingegen eine äußere axialsymmetrische Grenzschicht zur Entstehung von strömungsinduzierten Geräuschen im Innenraum der mechanischen Struktur. Bei hydroakustischen Antennen besteht diese zumeist aus einer elastischen Hülle, die wiederum mit einer Flüssigkeit gefüllt ist. Das strömungsinduzierte Geräusch wird an den sich im Inneren der Antenne befindlichen Hydrophonen als Störgeräusch detektiert. Es werden Ergebnisse einer experimentellen Untersuchung zur Geräuschentstehung in einer hydroakustischen Antenne vorgestellt. Die Messungen wurden im Rahmen von Schleppversuchen in See durchgeführt. Schwerpunkt der Untersuchungen lag auf der Schallentstehung durch instationäre Grenzschichten, wie sie sich z.B. durch Geschwindigkeits- oder Kursänderungen ergeben können.

Do. 15:40 CAP2-C

Strömungsakustik II

Niedrig-dimensionales Modell des Schalleintrags durch die Seitenscheibe

Johannes Kreuzinger^a und Hironori Tokuno^b

^a Kreuzinger & Manhart Turbulenz GmbH; ^b Daimler AG

Untersucht wird das System einer KFZ-Seitenscheibe, die von außen aerodynamisch und aeorakustisch angeregt wird und Schall in den Innenraum abstrahlt.

Eine Betrachtung der Scheibe als unendliche Platte führt dazu, dass sämtliche durch aerodynamische Konvektion von Druckschwankungen entlang der Scheibe angeregten Schwingungen keinen Schall abstrahlen (evaneszente Moden). Nur Schallanregung von außen führt zur Schallabstrahlung nach innen.

Im Gegensatz dazu schwingt eine begrenzte Scheibe auch bei aerodynamischer Anregung nicht nur in evaneszenten, sondern auch in abstrahlfähigen Moden. Dies wird an vereinfachten Modellen der Scheibe - sowohl als Biegebalken als auch als rechteckige Platte - gezeigt.

Berücksichtigt man diesen wesentlichen Mechanismus, liefert auch ein Biegebalkenmodell der Scheibe Schallpegel im Innenraum, die mit

Windkanalmessungen am SAE-Körper (Hartmann et al., AIAA 2012-2205) vergleichbar sind.

Do. 16:00 CAP2-C

Strömungsakustik II

Wind noise variability of different hearing aid designs and ear geometries

Simon Köhler^a und Eleftheria Georganti^b

^aSonova AG; ^bPhonak AG, Group Sience and Technologie

Hearing aids are often exposed to air flow, particularly when using the devices outdoors. With the head and hearing aid itself obstructing this air flow, turbulences and corresponding pressure variations occur, which results in disturbing wind noise at the output of the hearing aid microphones. In addition to commonly used wind noise reduction algorithms, an inherent low wind noise sensitivity of the hearing aid design itself is very beneficial. In this work, wind noise sensitivity is investigated across different hearing aid designs and ear geometries. The output of the hearing aid microphones is recorded with the devices placed on a dummy head positioned in the air flow of an aero-acoustic wind tunnel. These measurements are made for various wind directions and flow velocities. Three different in-the-ear (ITE) and behind-the-ear (BTE) hearing aid designs are used. The pinna geometry is varied by using eight different silicone ear models attached to the dummy head. These models were created by extracting and modifying most statistically relevant morphological features of a large ear scan data set, trying to represent the natural variability across human subjects.

Sitzung „Lärmpolitik“

Do. 10:20 CAP2-D

Lärmpolitik

Forschungsvorhaben zur Evaluation des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm

Jörn Lindmaier

Umweltbundesamt

Das im Jahr 2007 novellierte Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FluLärmG) sieht vor, dass die Bundesregierung spätestens im Jahre 2017 dem Deutschen Bundestag Bericht über die Wirkung dieses Gesetzes erstattet. Hierbei soll insbesondere erörtert werden, ob das FluLärmG noch dem Stand der Lärmwirkungsforschung und der Luftfahrttechnik entspricht, ob es die gesetzten Ziele - eine deutliche Verbesserung des Fluglärmsschutzes - erreicht hat und wie es sich im praktischen Vollzug bewährt hat. Bei dieser Aufgabe unterstützt das Umweltbundesamt (UBA) das hierfür verantwortliche Umweltministerium (BMUB).

In Ergänzung zu einem vom UBA 2015 vergebenen Gutachten zur 2. Fluglärmsschutzverordnung hat das UBA im Jahr 2016 ein umfangreiches Forschungsvorhaben zur "Weiterentwicklung der rechtlichen Regelungen zum Schutz vor Fluglärm" vergeben. In diesem steht nun das FluLärmG selbst sowie das untergesetzliche Regelwerk im Fokus. Es geht

aber auch um weitere relevante Regelungen zum Schutz vor Fluglärm in anderen Gesetzen (v.a. LuftVG), insbesondere die Querbezüge zwischen diesen Gesetzen. Zur Einschätzung der Wirkung dieser Rechtsnormen und zur Vorbereitung der Erarbeitung des geplanten Fluglärmberichts werden in dieser Studie umfangreiche Fakten zum Sachstand des Vollzuges gesammelt, die Erfahrungen, Sichtweisen und Veränderungsvorschläge aller relevant beteiligten Kreise ermittelt und die jeweiligen relevanten Auswirkungen bestmöglich ermittelt.

Do. 10:40 CAP2-D

Lärmpolitik

Forschungsvorhaben zur Evaluation des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Teil II: Bericht über Vollzugserfahrungen)

Henning Arps

GeräuscheRechner

Im Rahmen des Forschungsvorhabens "Weiterentwicklung der rechtlichen Regelungen zum Schutz vor Fluglärm" ist im Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) eine Akteursbefragung durchgeführt worden. Dabei sind sowohl die zuständigen Behörden auf administrativer Ebene bzw. Vollzugsebene als auch weitere betroffene Akteure (z. B. Interessensverbände, Fluglärmkommissionen) befragt worden. Es konnten somit umfangreiche Fakten zum Sachstand des Vollzuges und auf Basis der Erfahrungen sowie Sichtweisen ein Katalog an Veränderungsvorschlägen von den adressierten Akteuren zusammengetragen werden. Es wird deutlich, dass die aktuellen Regelwerke zum Teil erfolgreich angewandt und inhaltlich begrüßt werden. Auf der anderen Seite werden umfangreiche Änderungen für notwendig erachtet. In diesem Beitrag wird ein Überblick zu den eingegangenen Änderungsvorschlägen gegeben, die in den Anwendungsbereich des FluLärmG fallen. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der 1. FlugLSV sowie 2. FlugLSV, die an fast allen betroffenen Flugplätzen zur Anwendung kommen. Es werden dabei zum Beispiel Vorschläge zur Änderung der Berechnung von Lärmschutzbezirken nach der 1. FlugLSV oder zur Anpassung der Schallschutzaforderungen der 2. FlugLSV vorgestellt.

Do. 11:00 CAP2-D

Lärmpolitik

Monitoring des Schienengüterverkehrslärms in Deutschland

René Weinandy und Percy Appel

Umweltbundesamt

Lärm erhöht das Risiko für gravierende Erkrankungen und etwa ein Fünftel der deutschen Bevölkerung fühlt sich durch Schienenverkehrslärm belästigt. Dabei ist insbesondere der Schienengüterverkehrslärm aus Sicht des vorsorgenden Gesundheitsschutzes problematisch, da er vornehmlich nachts stattfindet. Daher hat die Bundesregierung in Ihrem Koalitionsvertrag 2013 formuliert, dass der Lärm durch den Schienengüterverkehr deutschlandweit bis 2020 halbiert werden soll. Die Lärmminderung der bestehenden Güterwagenflotte soll durch einen Austausch

der Grau-Guss-Bremssohlen durch neue Kunststoffbremssohlen, sogenannte K- oder LL-Sohlen, erreicht werden. Um den jeweiligen Umrüstungsstand und die damit erzielte Lärmreduzierung zuverlässig und transparent dokumentieren zu können, ist ein Lärmmonitoring erforderlich. Dazu liefert ein vom Umweltbundesamt vergebene Forschungsvorhaben "Strategien zur effektiven Minderung des Schienengüterverkehrslärms" wichtige Erkenntnisse, wie ein effektives und weitgehend flächen-deckendes Überwachungssystem zu gestalten und aufzubauen ist. Im Hinblick auf die Effizienz war dabei ein Ziel, wie mit möglichst wenigen Stationen ein möglichst hoher Prozentsatz des Schienengüterverkehrs in Deutschland erfasst werden kann. Darüber hinaus wurden auch der technische Aufbau der Stationen und die für ein Überwachungsnetz entstehenden Anschaffungs- und Betriebskosten erörtert. Eines der Ergebnisse ist, dass 15 Messstellen für ca. 69% des Schienengüterverkehrs-aufkommens in Deutschland ausreichen werden. Diese sowie weitere Erkenntnisse des Vorhabens werden vorgestellt und diskutiert.

Sitzung „Geräuschbeurteilung und Sounddesign“

Do. 14:20 CAP2-D

Geräuschbeurteilung und Sounddesign

Salienz von Umweltgeräuschen: Welchen Einfluss haben Intensität, zeitlicher Verlauf und spektraler Kontrast?

Jan Selzer, Jörg Becker-Schweitzer, Michael Oehler und Sabrina Skoda
Hochschule Düsseldorf, Institute of Sound and Vibration Engineering
Wenn mehrere Umweltgeräusche zeitgleich das menschliche Ohr erreichen, wird meist ein Geräusch stärker wahrgenommen als die Übrigen. Das Hervortreten eines Geräusches aus einem akustischen Kontext wird Salienz genannt. Ob ein bestimmtes Geräusch in einer Geräuschumgebung salient oder nicht-salient ist und somit vom menschlichen Hörer mit höherer Aufmerksamkeit bedacht wird, ist von verschiedenen Parametern abhängig. So evoziert die Größe Intensität, sowie Unterschiede im Zeitverlauf oder Frequenzspektrum zu den übrigen Geräuschen in der Umgebung, eine Salienzentscheidung. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Hörversuch durchgeführt, um den Einfluss der o.g. Parameter auf die menschliche Salienzentscheidung diotisch dargestellter "quasi-stationärer" Umweltgeräusche zu ermitteln. Dazu wurden Geräuschumgebungen, bestehend aus je drei einzelnen Umweltgeräuschen, designt und pro Umgebung in einem der genannten Parameter variiert. Der Hörversuch wurde für Akustik-Experten angelegt. Um eine möglichst große Stichprobe zu erhalten, wurde das Experiment in Form eines Online-Hörversuchs durchgeführt. Verschiedene Ansätze zur Erstellung eines dezentralen Hörversuchs, sowie die Ergebnisse aus diesem, werden in dem Vortrag vorgestellt. Die Versuchsergebnisse dienten als Basis zur Erstellung eines MATLAB-basierten Modells, welches auf Grundlage der untersuchten Parameter Salienzentscheidungen prognostiziert.

Do. 14:40 CAP2-D

Geräuschbeurteilung und Sounddesign

Explorative Bestimmung von optimal angenehmen spektralen Einhüllenden am Beispiel von Flugzeuggeräuschen

Christopher Bensch, Stephan Töpken und Steven van de Par
CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

Die spektrale Einhüllende von breitbandigen Fahrzeugginnengeräuschen ist häufig abhängig von der Position innerhalb eines Fahrzeugs und den getroffenen akustischen Maßnahmen zur Geräuschreduktion. Diese Maßnahmen stellen oft eine große technische Herausforderung dar, da sie maßgeblich zum Gewicht und damit auch zum Kraftstoffverbrauch beitragen. Für eine weitere Entwicklung akustischer Maßnahmen stellt sich die grundsätzliche Frage, wie die Rauschenergie spektral verteilt sein müßte, um möglichst angenehm bewertet zu werden. Am Beispiel von Flugzeugkabinengeräuschen ist das Ziel dieser Studie eine Exploration von spektralen Einhüllenden, die bei einem festen dB(A)-Pegel als angenehm empfunden werden. In Hörexperimenten wurde hierfür ein Einstellverfahren genutzt, welches über eine geringe Anzahl einstellbarer Parameter eine umfassende spektrale Manipulation von breitbandigen Eingangssignalen ermöglicht. Die einstellbaren Parameter waren Verstärkungsfaktoren von Filtern, die den ersten Cepstral-Koeffizienten entsprachen. Als Eingangsrausachsignale wurden weißes sowie rosa Rauschen genutzt und den Filtern lagen die Mel- sowie die Bark-Frequenzachse zugrunde. Die Ergebnisse zeigen, daß es Teilnehmenden mit diesem Verfahren möglich ist, unabhängig vom Eingangssignal und der Frequenzachse, spektrale Einhüllende reproduzierbar einzustellen, die angenehm bewertet wurden.

Do. 15:00 CAP2-D

Geräuschbeurteilung und Sounddesign

Beurteilung impulshaltiger und zeitvarianter Betriebsgeräusche im Studiobereich

Sebastian Goossens und Roman Stumpner

Institut für Rundfunktechnik GmbH

Sowohl zeitinvariante Dauergeräusche (wie z.B. das Grundrauschen einer Klimaanlage) als auch impulshaltige und zeitvariante Betriebsgeräusche (wie z.B. Fahrgeräusche von Aufzügen oder das Ticken einer Uhr) können die Nutzbarkeit von Aufnahme- und Bearbeitungsräumen einschränken. Zur Messung und Bewertung von Dauergeräuschen gibt es ein bewährtes Verfahren, bei dem die terzbreit gemessenen äquivalenten Schalldruckpegel (Leq) mit Grenzkurven verglichen und somit bewertet werden (vgl. Akustischen Information 1.11-1/1995 oder DIN 15996). Impulshaltige und zeitvariante Geräusche hingegen werden mit diesem Messverfahren im Vergleich zur Wahrnehmung durch das Gehör eindeutig unterbewertet. Untersuchungen im IRT haben gezeigt, dass auch kritische impulshaltige und zeitvariante Störgeräusche im Studiobereich mit den bewährten Grenzkurven beurteilt werden können, wenn statt der terzbreit gemessenen äquivalenten Schalldruckpegel (Leq) der

Perzentilpegel L1 messtechnisch erfasst und zum Vergleich mit der jeweiligen Grenzkurve herangezogen wird. Im Vortrag wird das entwickelte Verfahren zur Beurteilung impulsaltiger und zeitvarianter Betriebsgeräusche vorgestellt und begründet. Die Empfehlungen bzw. Normen (Akustischen Information 1.11-1/1995 oder DIN 15996) sollen durch das vorgeschlagene Verfahren ergänzt werden.

Do. 15:20 CAP2-D Geräuschbeurteilung und Sounddesign

Fußbodenidentifizierung mittels Schrittgeräuschen. Ein Ansatz zur Sortierung einer Sound Library.

Philip Matalla^a, Jonas Oertel^a, Silke Bögelein^a, Adam Kujawski^b und Athanasios Lykartsis^a

^a TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^b Adam Opel AG

Die Bedeutung der automatischen Klassifizierung von Umgebungsgeräuschen ist weitreichend in verschiedensten Gebieten von Filmvertonung bis hin zu Smart Homes. Speziell im Sound Design und in Foley-Studios sind große Sounddatenbanken üblich, so bedeutet die automatische Zuordnung von Samples eine maßgebliche Erleichterung der Arbeitsabläufe. Als repräsentative Geräuschquelle, wurden in diesem Versuch Schrittgeräusche anhand ihrer Untergründe klassifiziert. Nach Auswertung bisheriger Ansätze, wurde ein Algorithmus entwickelt, basierend auf gängigen Audio-Features, Linear Predictive Coding Cepstrum (LPCC) und dem Machine Learning-Verfahren Support Vector Machines. Dieser wurde auf eine Datenbank bestehend aus 2387 Schrittaufnahmen angewendet, die neun unterschiedliche Bodentypen beinhaltete. Die enthaltenen WAV-Dateien teilten sich in ein Trainings- und Testset auf. Eine optimierte Auswahl von spektralen und cepstralen Features führte zu einer mittleren Genauigkeit der Klassifizierung von über 92% für Trainings- und Testset, wobei mit den Untergründen Metall, Teppich und Schnee zusätzlich herausragende Ergebnisse erzielt werden konnten. Damit zeigt sich der Wert des hier verwendeten Algorithmus zur Klassifizierung typischer Umgebungsgeräusche und bietet eine Vorlage für universellere Einsätze und weitere Geräuscharten.

Do. 15:40 CAP2-D Geräuschbeurteilung und Sounddesign

Vibroakustische Fahrerassistenz@VAF/HAF

Stefan Schubert^a, Robert Henneberger^b und Michel Knop^c

^aBMW AG; ^b Hochschule München; ^c Bertrandt AG

Aktuell nehmen bei der Entwicklung neuer Fahrzeugkonzepte Fragestellungen in Bezug auf Fahrerassistenzsysteme und unterschiedliche Automatisierungsgrade des Fahrbetriebs eine gewichtige Rolle ein. Insbesondere auch die Wechselwirkungen dieser beiden Fokusthemen bieten einen interessanten Rahmen für neue Anzeige- und Bedienkonzepte. In diesem Zusammenhang soll dieser Beitrag eine erste Betrachtung eines vibroakustischen Fahrerassistenzsystemkonzeptes diskutieren. Neben der Wahl eines kontextbezogenen sinnvollen Wahrnehmungskanals

wird dabei auch die kundensituationsspezifische Codierungsmöglichkeit einer zu übermittelnden Information berücksichtigt. Wahrnehmungsgrenzen, Komfortgrenzen, Belastungsgrenzen und fahrzeugspezifische maskierende Störpegel spannen hierbei den Raum für die Gestaltung eines vibroakustischen Fahrerassistenzsystemkonzeptes auf. Der erste Teil des Vortrags generiert eine entsprechende wahrnehmungskanalspezifische Basisübersicht der vibroakustischen Gestaltungsmöglichkeiten. Während die Wahrnehmungs-, Komfort- und Belastungsgrenzen der einschlägigen Literatur und aktuellen Forschungsberichten entstammen, wurden die fahrzeugspezifischen maskierenden Störpegel durch ein eigens kreiertes Experiment ermittelt und in eine grafische Darstellung überführt. Der zweite Teil des Vortrags stellt einen ersten Ansatz zur Codierung von situationsspezifischen Informationen mit dem Fokus der taktilen Mensch-Maschine-Schnittstelle "Sitz" dar. Die Aussagen des gezeigten Ansatzes entstammen einem als Probandenversuch mit entsprechenden Vorversuchen geplanten Experiment. Eine auf den ersten gesammelten Erfahrungen beruhende Motivation für weiterführende Untersuchungen und ein entsprechendes Fazit runden diesen Vortrag ab.

Do. 16:00 CAP2-D

Geräuschbeurteilung und Sounddesign

Klang vs. Image - Übereinstimmungen von auditiver und visueller Markenkommunikation

Christoph Anzenbacher^a, Michael Oehler^b und Christoph Reuter^a

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

Marken in Form von visuellen Logos und inzwischen auch von Audio Logos gehören zum integralen Bestandteil der Markenkommunikation. Die Gestaltung folgt meist den Anforderungen, ein Produkt oder eine Dienstleistung durch die äußere Erscheinung zu kennzeichnen sowie Assoziationen zum Nutzen und den Werten der Marke zu evozieren. Diese Studie evaluiert die Passung von etablierten Audio Logos mit Attributen der Markenpersönlichkeit und soll Antworten auf die Frage geben, inwiefern es möglich ist, durch Audio Logos die gleichen Attribute zu kommunizieren, wie durch ihr visuelles Pendant? Die Studie wird mittels Online-Fragebogen und Zuhilfenahme einer Audio Feature Analyse durchgeführt und folgt einem multi-faktoriellen between-subject Design. Audio Logos bekannter Marken (jeweils zwei bzw. drei einer Branche) werden in den Varianten audio, visuell, audiovisuell dargeboten und bewertet (Anzahl Vpn pro Variante > 20). Die Imagewirkung der Marken wird mit der Transferwirkung der Markenattribute auf der Brand Personality Scale (Aaker 1997) operationalisiert. Ebenfalls werden Kernvariablen wie Affekt und Gefallen, Bekanntheit, Designsprache und Kriterien der Entscheidungsbildung untersucht. Die Ergebnisse aus einer Varianzanalyse zeigen eine große Übereinstimmung der Image-Profile zwischen den Varianten einer Marke sowie Positionierungsunterschiede bei den Image-Profilen von im Wettbewerb stehender Marken. Signifikante

Varianzen in den Merkmalsausprägungen deuten auf Möglichkeiten in der Nutzung spezieller markenstrategischer Maßnahmen hin.

Sitzung „Physikalische Akustik“

Do. 9:00 CAP2-F

Physikalische Akustik

Effect of Structural Resonances on LQR Feedback Controlled Mechanical Systems

Rene Boonen und Paul Sas

KU Leuven

The design of a MIMO controller for a mechanical system using the LQR method provides a controller with satisfactory performance in many cases. The design is performed by minimizing a cost criterion which weights the response and the actuator forces. As the system is described by a set of first order differential equations, the controlled system should be intrinsically stable. However, mechanical systems appear often to be unstable, due to resonances in the mechanical system, which are not taken into account in the system of first order differential equations. Therefore, the performance of the controlled system should be evaluated on the set of first order differential equations of the resonant system. To demonstrate this, a 2DOF pick and place unit is used. First, the first order equations of motion are determined using the Hamilton method. These non-linear equations are linearized and a controller is designed using the LQR-method. Next, the non-linear set is expanded by additional DOF's which represent additional resonances of the pick and place unit. The controller is evaluated using this non-linear expanded set. The effect of additional resonances is a significant reduction of the control performance. Future research aims to incorporate stability criteria in the cost function.

Do. 9:20 CAP2-F

Physikalische Akustik

Endochrone Materialmodelle zur Beschreibung von Schwingungssystemen

Thomas Kletschkowski

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Zur passiven, semi-aktiven oder vollständig aktiven Reduktion mechanischer Schwingungen können unter Anderem breitbandig abgestimmte und dissipativ wirkende Absorber oder eher schmalbandig wirkende und das Prinzip der Massenkraftkompensation ausnutzende Schwingungstilger eingesetzt werden. Deren Auslegung meist die Annahme viskoser und geschwindigkeitsproportionaler Dämpfungseffekte zugrunde. Eine Ausnahme bilden aktive Reibdämpfer, in denen die geschwindigkeitsunabhängige trockene Reibung durch Variation der Normalkraft an die Betriebsbedingungen angepasst wird.

Problematisch ist, dass dabei stets zwischen Haften und Gleiten unterschieden werden muss. Eine alternative bieten endochrone Materialmodelle der Plastizität, die kontinuierlich ohne Fließbedingung ausgewertet werden können. Zwar ist keine passive mechanische Realisierung derartigen Materialverhaltens bekannt, allerdings lassen sich endochrone Kennlinien in semi-aktiven und aktiven Systemen elektronisch unterstützt realisieren.

Ein derartiges Vorgehen wird in der vorliegenden Arbeit - vergleichend zur Auslegung optimaler Tilger nach Den Hartog - in dimensionsloser Betrachtung vorgestellt, um Vor- und Nachteile einer frequenzunabhängigen Dämpfung im Zeit- und Frequenzbereich anhand von Ergebnissen numerischer Simulationen diskutieren zu können. Als Anwendungsbeispiel dient die Schwingungsanalyse von Radialwellendichtringen aus glasfaserverstärktem Polytetrafluoräthylen, die mit einer Vielteilchenmethode unter Verwendung viskoplastischer endochroner Materialmodelle im Zeitbereich für finite Deformationen beschrieben werden.

Do. 9:40 CAP2-F

Physikalische Akustik

Identifizierung und Quantifizierung von Fehlerquellen bei der Bestimmung von Dämpfungsparametern

Christian A. Geweth, Patrick Langer und Steffen Marburg

TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme

Ein verlässlicher Abgleich von Dämpfungswerten zwischen Simulation und Experiment ist nur mit hohem Aufwand durchzuführen. In der Simulation ist das exakte Abbilden der Randbedingungen und der Anregung zum Experiment nur bedingt möglich. Des Weiteren haben Messgrößen wie die Abtastung und Fensterung auf experimentelle Ergebnisse einen nicht zu vernachlässigbaren Einfluss. Um die Sensitivität bei der Bestimmung von Dämpfungswerten einzelner Parameter zu betrachten, wird das dynamische Verhalten einfacher virtueller Modelle bezüglich einer gegebenen Anregung untersucht. Die numerischen Methoden werden mittels analytischen Lösungen validiert. Die aus den Modellen gewonnenen Zeitdaten werden genutzt, um verschiedene Methoden zur Dämpfungsbestimmung anzuwenden und deren Einfluss auf die Dämpfungsparameter zu identifizieren. Die virtuelle Modellbildung erlaubt durch die bekannte Größe der Anregung und des gewählten Dämpfungsmodells Störgrößen und Fehlerquellen zu identifizieren und zu quantifizieren.

Do. 10:20 CAP2-F

Physikalische Akustik

Sensitivitätsanalyse des Eigenspannungszustandes in Composite-Druckgefäß mittels Modalanalyse

Sebastian John und Florian Schadow

BAM - Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung

Auf Grund ihrer hohen spezifischen Festigkeit sowie des damit einhergehenden Gewichtsvorteils kommt es bei der Auslegung von Druckgefäßen vermehrt zum Einsatz von faserverstärkten Kunststoffverbunden. Im Rahmen eines Forschungsprojektes an der Bundesanstalt für

Materialforschung und -prüfung (BAM) wird das Alterungsverhalten von Atemluftflaschen in Verbundbauweise untersucht, um künftig genauere Aussagen zur Abschätzung der Lebensdauer geben zu können. Gegenstand der hier aufgezeigten Untersuchungen bilden Typ-III Druckgefäße mit metallischen Liner und einer kohlefaserverstärkten Armierung. Als wichtiger, der Betriebsfestigkeit zugrunde legender Parameter wurden Druckeigenspannungen im Aluminium-Liner ausgemacht, welche fertigungsseitig zur Steigerung der Lastwechselfestigkeit in die Druckgefäße induziert werden. Ziel ist es, mit Hilfe einer Modalanalyse die aufgezeigten inneren Spannungsverhältnisse durch eine genaue Betrachtung der modalen Parameter zu identifizieren und zu bewerten. Durch den Aufbau eines Finite-Elemente-Modells und einer anschließenden Sensitivitätsanalyse der Fertigungsparameter werden zunächst Potential und Aussagekraft des Analyseverfahrens geprüft und bewertet. Anschließend erfolgt eine Eingrenzung relevanter Schwingformen sowie eine Abschätzung zu erwartender spannungsabhängiger Änderungen entsprechender modaler Kennwerte. Durch die Entwicklung und den Aufbau eines geeigneten Prüfstandes werden, darauf aufbauend, im Rahmen einer Betriebsschwingungsanalyse erste Messungen an Atemluftflaschen unterschiedlicher Alterungs- und Schädigungsstufen durchgeführt. Durch einen Vergleich mit Simulationsergebnissen und Erkenntnissen aus alternativ durchgeführten Eigenspannungsmessungen erfolgt abschließend eine kritische Bewertung der experimentell gewonnenen Ergebnisse.

Do. 10:40 CAP2-F

Physikalische Akustik

Experimentelle und numerische Modalanalyse an verschraubten Strukturen

Patrick Langer^a, Christian Guist^b und Steffen Marburg^a

^a TU München, Lehrstuhl für Akustik mobiler Systeme; ^b BMW Group
Schraubverbindungen haben einen hohen Einfluss auf das dynamische Verhalten von zusammengefügten Strukturen. Insbesondere für die numerische Berechnung der Eigenfrequenzen besitzen die aus der eingeleiteten Schraubenvorspannkraft resultierenden Steifigkeiten der Fügepartner und der Schraube einen hohen Einfluss auf das Modellergebnis. Motivation dieser Arbeit ist die Modellierung der real vorhandenen Modellsteifigkeiten in linearen, dreidimensionalen Finite-Element-Modellen, um die Eigenfrequenzen der untersuchten Strukturen mit einer höchstmöglichen Genauigkeit berechnen zu können. Es werden einfache Balkenstrukturen, sowie in ihrer Geometrie vereinfachte Strukturen eines Motor-Getriebe-Verbundes verschraubt und untersucht. Die Modellsteifigkeiten werden mit bekannten analytischen Ansätzen berechnet. Die Implementierung in das numerische Modell wird auf der Basis einer umfangreichen Literaturrecherche zur Druckverteilung und zur Steifigkeitsverteilung in verschraubten Fügestellen und experimentellen Druckmessungen in ABAQUS/CAE vorgenommen. Mittels Experiment werden die

numerischen Ergebnisse validiert. So werden grundlegende Erkenntnisse für eine lineare Modellbildung von komplexen, sehr großen numerischen Modellen gewonnen, die dem realen nichtlinearen Verhalten sehr nahe kommen.

Do. 11:00 CAP2-F

Physikalische Akustik

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 11:00 (CAP2-F); Poster-Forum: Do. 11:20

Do. Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)

Oberflächenwellen einer Kugel nach dem Impulskonzept

Oskar Bschorr

Aeroakustik, Stuttgart

Die rein deviatorische Verformung in einem elastischen Festkörpers hat einen symmetrischen, spurlosen Spannungstensor und ist divergenz- und rotationsfrei. Die Lösungen der Laplace-Gleichung gewährleisten diese Eigenschaften. So konnte die spezielle Lösung in kartesischen Koordinaten als Führungswelle einer planen Grenzflächen identifiziert werden: Diese ist an die Oberfläche gebunden und weist eine exponentiell zur Oberflächendistanz abnehmende Schwingungsamplituden auf. Es ist naheliegend dieses Vorgehen auch auf die Oberfläche einer Kugel zu übertragen. Die Lösungen der sphärischen Laplace-Gleichung sind die bekannten Legendre'schen Kugelflächen. Auch hier handelt es sich bei verschwindender Intensität im Kugellinnern um eine an die Oberfläche gebundene Führungswelle. - Besonders einfach sind die deviatorischen Führungswellen bei dem 2D-Fall einer Kreisscheibe.

Do. Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)

Transmission und Reflexion akustischer Wellen in Rohrleitungssystemen

Benedikt Berchtenbreiter, Johannes Müller und Stefan Becker

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

Die Charakterisierung der akustischen Eigenschaften von Objekten in Rohrströmungen stellt aufgrund der Disparität der Druckskalen eine große Herausforderung dar. Der Schalldruck wird vom hydrodynamischen Druck, der um mehrere Zehnerpotenzen größer ist, maskiert und kann daher mit einzelnen Mikrofonen oder Druckaufnehmern nicht bestimmt werden. Das gelingt mit dem akustischen Multi-Port-Modell, das auf der Verwendung mehrerer Sensoren beruht. Ausgehend von der Aufspaltung des komplexen Schalldrucks in eine hin- und eine rücklaufende Welle werden die passiven Eigenschaften von Objekten in Rohrströmungen und die Schallemissionen berechnet. Die passiven Eigenschaften fassen die Transmission und Reflexion von Schallwellen zusammen.

Das Multi-Port-Modell wird für die Ausbreitung der ebenen Welle unter veränderten Randbedingungen validiert. Untersuchungen mit unterschiedlichen Drucksensoranzahlen bestätigen die theoretische Annahme, dass der Einfluss von Störgrößen und Messunsicherheiten mit steigender Sensoranzahl reduziert wird. Zusätzlich werden die Auswirkungen verschiedener Randbedingungen wie beispielsweise variiertender Messzeiten verringert. Um Fehler bei der Berechnung der akustischen Eigenschaften aufgrund von Modenkopplung zu minimieren, muss der axiale Abstand benachbarter Sensoren kleiner als die halbe Wellenlänge der betrachteten Frequenz sein. Die azimuthalen Sensorpositionen hingegen spielen bei der Untersuchung der ebenen Welle keine Rolle, da der Schalldruck nur entlang der Rohrachse alterniert.

Do. Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)

Vergleich verschiedener Abtastmethoden auf der Kugeloberfläche

Johannes Brand und Wolfgang Kreuzer

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

Bei der Darstellung von Schallfeldern im Raum und im Speziellen auf der Kugeloberfläche, spielen die s.g. Kugelflächenfunktionen (Spherical Harmonics) eine wichtige Rolle. Die Koeffizienten der Zerlegung des Wellenfelds bei variablen Wellenzahlen in diese Funktionen können entweder durch einen Least Squares Ansatz oder durch effiziente Quadraturmethoden bestimmt werden. Im Allgemeinen ist es dazu aber notwendig, die Kugeloberfläche mit einem diskreten Gitter, das oft auf Quadraturmethoden basiert, abzutasten. Im diesem Beitrag wollen wir verschiedene Arten von Abtastrastern auf der Kugeloberfläche mit einem speziellen Quadraturgitter vergleichen und für alle Punkttypen den Interpolationsfehler innerhalb der Kugel untersuchen.

Do. Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)

Sensitivität der abgestrahlten Schallleistung bezüglich amplitudenhängiger Dämpfung

Mario Wöhrl, Matthias Klärner und Lothar Kroll

TU Chemnitz

Die Verwendung von schubweichen viskoelastischen Polymeren als Kernwerkstoff in hybriden Metall-Kunststoff-Verbunden bietet die Möglichkeit einer signifikanten Steigerung der Dämpfung und somit eine Verbesserung der akustischen Eigenschaften von großflächigen vibrationsanfälligen Blechbauteilen. Die Dämpfung der Einzelmaterialeien der Verbunde zeigt ein amplitudenabhängiges Verhalten. Gängige Materialmodelle in der Finite Elemente Methode berücksichtigen dies nicht. Daher wird zunächst der Einfluss der Dämpfung auf die numerisch ermittelte abgestrahlte Schallleistung an monolithischen isotropen Rechteckplatten aufgezeigt und in einem weiteren Schritt auf Mehrschichtverbunde

erweitert. Aus den experimentellen Charakterisierungen der amplitudengen Dämpfung der Verbundmaterialien werden relevante Parameterbereiche identifiziert ermittelt und die Auswirkungen auf die Schallabstrahlung aufgezeigt.

Do. Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)

Das PACMAN-Modell

Harald Ziegelwanger und Paul Reiter

AIT Austrian Institute of Technology

Numerische Verfahren wie die Randelementmethode (engl. boundary element method, BEM) oder die Finite Elemente Methode sind weit verbreitet in der Akustik. Auf der Internetplattform der Benchmark-Initiative des Technical Committee for Computational Acoustics der European Acoustics Association (<http://eaa-bench.mec.tuwien.ac.at>) können sowohl Benchmark-Fälle als auch Lösungen zu bestehenden Fällen eingereicht und veröffentlicht werden. Während für die 3D BEM bereits Benchmark-Fälle veröffentlicht wurden, wie zum Beispiel das "Cat's Eye"-Modell mit zugehöriger analytischer Lösung oder der Radiatror, so wurden bis jetzt keine Benchmark-Fälle für die 2D BEM oder die quasi-periodische BEM eingereicht. Deshalb wird in diesem Beitrag das "PACMAN"-Modell vorgestellt. Das PACMAN-Modell ist das 2D-Pendant zum "Cat's Eye"-Modell und wird durch einen Kreis mit fehlendem Kreissektor beschrieben. Zuerst wird analog zum "Cat's Eye"-Modell eine analytische Lösung für den einfachen Fall einer symmetrischen Abstrahlung von Oberflächenschwingungen hergeleitet. Danach wird die analytische Lösung mit dem asymmetrischen Teil ergänzt um auch die Reflexion von beliebigen einfallenden Schallwellen berechnen zu können. Abschließend werden die Abstrahlungs- und Streuungsmuster für verschiedene Konfigurationen gezeigt.

Do. Physikalische Akustik / Numerische Akustik (Poster)

Towards a Boundary Condition for Convective Wave Equation and Sound Diffraction at a Trailing Edge Inside a Flow

Drasko Masovic^a, Eugene Nijman^a, Jan Rejlek^a und Robert Höldrich^b

^a*Virtual Vehicle Research Center*; ^b*Kunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik*

When estimating sound radiation in the presence of a trailing edge inside a flow, one inevitably has to deal with the interaction of the incoming acoustic waves with the hydrodynamic instabilities generated around the edge. The problem has been approached analytically using a convective wave equation supplemented by the so-called unsteady Kutta condition. For numerical calculations, more appropriate seems to be the solution of linearised system of equations of gas dynamics, that is, both acoustic and flow fields. This, unfortunately, generally leads to a large number of degrees of freedom, especially in the vicinity of the edge and inside the shear layer, as well as numerical instability in these regions. In this

paper, we consider a possibility to incorporate the acoustic-flow interaction within a single boundary condition imposed on the trailing edge of a finite thickness. Potential benefit is a possibility to solve a single acoustic convective wave equation with the implicit inclusion of hydrodynamic effects. In order to illustrate the approach, sound radiation from a thin, open, circular pipe is estimated using the Finite Element Method calculations.

Sitzung „Produkt-Geräuschqualität und multimodale Wahrnehmung“

Do. 14:20 CAP2-F Geräuschqualität und multimod. Wahrnehmung

Nutzung von Wahrnehmungsmerkmalen zur Charakterisierung von amplitudenmodulierten sinusoidalen Ganzkörperschwingungen

Robert Rosenkranz, Sebastian Gruschwitz, M. Ercan Altinsoy und Sebastian Merchel

TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik

Im Alltag treten neben Geräuschen häufig Vibrationen in Form von Ganzkörperschwingungen (GKS) auf. Sobald beispielsweise der Fahrer eines Fahrzeugs das Gaspedal betätigt, werden Vibrationen erzeugt, die vom Fahrer taktil und auditiv wahrgenommen werden können. Zur gezielten Gestaltung von Vibrationen für Produkte oder virtuellen Umgebungen müssen die Erwartungen an solche Vibrationen quantifiziert werden können. Dafür sind Wahrnehmungsmerkmale hilfreich, welche von Laien in Form von Deskriptoren verbalisierbar sind. In vorherigen Untersuchungen wurden bereits sinusoidale und breitbandige, rauschartigen GKS untersucht. Da viele Maschinen, bspw. Verbrennungsmotoren, amplitudenmoduliert-sinusoidale Vibrationen erzeugen, betrachtet dieser Beitrag die Wahrnehmungsmerkmale solcher Signalmuster näher. Dazu wurden Signale mit unterschiedlichen Träger- und Modulationsfrequenzen, sowie Modulationsgraden und Pegelstufen generiert und Probanden in Form von GKS dargeboten. Zunächst nannten Probanden in einem freien Interview die bei ihnen durch diese GKS hervorgerufenen, signalbeschreibenden Wahrnehmungsmerkmale. Durch Korrelationsanalysen wurden die häufigsten Wahrnehmungsmerkmale auf einen kleinen Satz von Deskriptoren reduziert. Anschließend wurden diese in einem zweiten Versuch auf ihre Ausprägungsstärke bewertet. Der Versuch zeigte, dass amplitudenmodulierte sinusoidale Signale sich nicht allein mit Wahrnehmungsmerkmalen von sinusoidalen Signalen (rüttelnd, zitterig, ...) beschreiben lassen. Die Daten dieser Studie bilden die Grundlage der Entwicklung eines taktilen Wahrnehmungsmodells für GKS.

Do. 14:40 CAP2-F Geräuschqualität und multimod. Wahrnehmung

Neuropsychologische Behandlungsansätze bei Störungen der audio-visuellen Wahrnehmung

Gregor R. Szycik

Medizinische Hochschule Hannover

Die Nutzung multisensorischer Information stellt für unser Nervensystem den Regelfall dar. So führt die Integration auditorischer und visueller Information zur erheblichen Verbesserung bei der Stimulusdetektion und Lokalisation. Auch die Verarbeitung komplexer Stimuli, wie der Sprache profitiert in erheblichem Ausmaß von der Nutzung multisensorischer Information. Die Grundlage dieser sensorischer Integration besteht in der Zusammenführung der Stimuli innerhalb eines spezifischen zeitlichen Fensters. Aktuell verdichten sich die Hinweise auf relevante Defizite in den temporalen Aspekten der multisensorischen Wahrnehmung für viele psychische und degenerative Erkrankungen wie z. Bsp. die Schizophrenie, die Autismus-Spektrum-Störungen oder die leichten kognitiven Beeinträchtigungen bei Demenzerkrankungen. So zeigen hier die Patienten ein erweitertes zeitliches Integrationsfenster für audio-visuelle Stimuli. In dem Vortrag wird ein Überblick über die Defizite der audio-visuellen Integration mit deren potentiellen Verbindung zur bekannten Symptomatik bei diesen Störungen gegeben. Zusätzlich werden Aspekte von sensorischen Trainings im Rahmen neuropsychologischer Behandlungsansätze zur Beeinflussung audio-visueller Integration mit empirischen Daten vorgestellt. Solche Ansätze können zur Optimierung der Wahrnehmungsleistung bei Patienten beitragen und so deren Symptombelastung reduzieren.

Do. 15:00 CAP2-F Geräuschqualität und multimod. Wahrnehmung

Spüren Sie den Unterschied? - Zeitliche Maskierung für vertikale Ganzkörperschwingungen

Anna Schwendicke, Jing Dou und M. Ercan Altinsoy

TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik

Im täglichen Leben sind wir Ganzkörperschwingungen in vielfältiger Form, Frequenz und Intensität ausgesetzt. Der wesentliche Teil wird dabei von mechanischen Geräten erzeugt, wie zum Beispiel in Fahrzeugen. Durch die große Gesamtbelastung spielt die Verbesserung des Komforts für die Benutzer eine zunehmend wichtige Rolle, meist soll der Einfluss der Schwingungen verringert werden. Neben den fundamentalen Signaleigenschaften, wie zum Beispiel Frequenz, Signalart und Intensität, spielt die Maskierung eine wesentliche Rolle für das Empfinden von Schwingungen und beeinflusst entsprechend das Komfortempfinden. In anderen Situationen, zum Beispiel im Entertainment, sind jedoch zusätzliche Vibrationen gewünscht und Maskierungseffekte können die Basis von Komprimierungsalgorithmen, wie mp3, sein. Während zeitliche Maskierung von auditiven Signalen gut untersucht ist, gibt es nur

relativ wenig Literatur zur zeitlichen Maskierung im taktilen Bereich, insbesondere fehlen Untersuchungen für Ganzkörperschwingungen. In dieser Arbeit sollen grundlegende zeitliche Maskierungseffekte für Ganzkörperschwingungen untersucht werden. Der Fokus liegt dabei auf der Nachverdeckung, die im Allgemeinen einen stärkeren Effekt als die Vorverdeckung hat. Dafür werden mit einem großen Probandenkollektiv von 20 Probanden für acht verschiedene Zeitintervalle von 20 ms bis 520 ms Abstand zwischen Maskierer und Target der Effekt der Maskierung untersucht.

Do. 15:20 CAP2-F Geräuschqualität und multimod. Wahrnehmung

Application of Artificial Neural Networks for Understanding the Quality and Masculinity Perception of Electric Shavers

Serkan Atamer^a und M. Ercan Altinsoy^b

^a TU Dresden, Inst. f. Akustik u. Sprachkommunikation; ^b TU Dresden, Lehrstuhl für Akustik und Haptik

Quality of sound and its characterization by using different adjectives are becoming an important attribute in market competition. For that reason, ever increasing number of producers are trying to understand the quality perception of their product sounds. Moreover the term "quality" itself, other descriptors such as powerfulness, robustness, manliness etc. are also taken into account in product sound evaluations. Traditional assessments of this approach includes jury testing to understand the perception of quality and trying to develop a mathematical correlation between some calculated parameters of recorded product sound and estimated jury evaluations. Main reason of searching for a correlation between calculated parameters and jury evaluations is to eliminate the whole jury testing procedure, which is time and money consuming, for a newly introduced product sound. In this study, the relation between calculated psychoacoustical metrics and perception of annoyance and masculinity of electric shavers is investigated. Moreover, an artificial neural network is also used as a prediction tool of annoyance and masculinity estimations for further evaluations of different possible stimuli. Advantages and disadvantages of using neural networks in quality estimations are also evaluated.

Do. 15:40 CAP2-F Geräuschqualität und multimod. Wahrnehmung

Picassos Guernica unter der Sounddusche - die "akustische Emotionalisierung" der Kunst

Noemi Martin, Andreas Liebl und Maria Zaglauer

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abtl. Akustik

In Museen wird viel unternommen, um den Besuchern ein eindrucksvolles Erlebnis zu bescheren und hohe Besucherzahlen zu erreichen - doch selten steht dabei die Akustik an erster Stelle. Wie überall, wo viele Menschen in großen Räumen aufeinandertreffen, muss auch im Museum der Akustik ein hoher Stellenwert eingeräumt werden. Neben

der Schaffung guter Raumakustik gilt es ebenso, eine geeignete Präsentationsform für die dargestellten Inhalte zu wählen. Akustische Präsentationsmedien können, im Gegensatz zu visuellen Medien, nicht nur Textinformation vermitteln, sondern auch zur Schaffung von Klanglandschaften (Soundscapes) eingesetzt werden, um Stimmungen zu erzeugen oder Klänge zu bewahren. Ziel des vorgestellten Forschungsprojektes war es, die Relevanz akustischer Darbietungen im Museumskontext näher zu beleuchten und zu untersuchen, welches Potential akustische Medien über die reine Informationsübermittlung hinaus bieten können. Im Probandentest wurde evaluiert, welche Präsentationsmedien in Abhängigkeit variierender (akustischer) Umgebungssituationen präferiert werden und welchen Stellenwert eine gute akustische Gestaltung bei den Museumsbesuchern hat. In einem zweiten Versuchsteil wurde untersucht, ob die emotionale Wirkung von Kunstobjekten durch eine thematisch passende, akustische Untermalung verstärkt werden kann. Die Untersuchung liefert Erkenntnisse bezüglich der Erwartungen, welche an akustische Präsentationsmedien in Museen gestellt werden und zeigt Möglichkeiten auf, Exponate multisensorisch erfahrbar zu machen.

Sitzung „Recording, Reproduction and Simulation of Outdoor Environments“

Do. 8:40 CAP2-H

Outdoor Environments

Sound Phenomena in Forest Areas

Janusz Piechowicz

AGH UST Cracow

Man changes his environment in every country across the world. These changes include excessive noise pollution. This article compares the acoustic conditions in the two old polish forests: in the Niepolomicka Forest and in the Bialowieza Forest. In view of their acoustic climate there are two different sonic areas. Bialowieza Forest, National Park, the last refuge of intact natural state - dominated by the sounds geogenic and biogenic. Niepolomicka Forest area exposed to excessive noise - is located near large town Krakow, along the southern border of the Forest runs the A4 highway, a railway line and small neighborhood businesses. This forest is dominated by the sounds of anthropogenic origin. Zones impacted by traffic noise penetrate deep into the forest, notwithstanding its natural state. Here we had a problem, because for registered nature sounds occurred noise background of motorway. In this place the progress of civilization is rapidly changing the forest's soundscape.

Do. 9:00 CAP2-H

Outdoor Environments

Analysis of ambisonic recordings of the soundscape of five valleys in Spitsbergen

Dorota Czopek und Jerzy Wiciak

AGH Krakow

The paper presents characteristic of the soundscape of five valleys in zone 10 in Spitsbergen. Explored valleys are diverse in terms of inhabitancy, tourist traffic, occurring fauna and flora, and landform, including the presence of glaciers. Researches were done during polar day (midnight sun) while 7 days at the turn of July and August 2016. Measurements and recordings were made in valleys: Longyeardalen, Byorndalen, Grummadalen, Adventdalen oraz Endalen. During the fieldwork ambisonic recordings and sound pressure level measurements were collected. The paper presents qualitative analysis of unique soundscape of explored valleys. In addition, article includes comparative analysis of waveforms SPL and characteristics of the spectra of signals recorded in the individual measuring points and results of psychoacoustic research of soundscape of the five valleys. In a selected places the analysis of diurnal variation of soundscape were made.

Do. 9:20 CAP2-H

Outdoor Environments

Background Traffic Noise Synthesis

Georgios Zachos, Jens Forssén, Wolfgang Kropp und Laura Estévez-Mauriz

Chalmers University of Technology, Göteborg

Currently, acoustic evaluation of future urban environments is achieved through acoustic indicators, although they may not suffice for a holistic description. A way to improve this procedure is the creation of new indicators, extracted through listening tests and analysis of different acoustic scenarios. However, generating such scenarios using auralisation models for outdoors sound propagation is often computationally expensive, so simplified auralisation model for background traffic noise on flat city scenarios is proposed. The method relies partly on physical models for air attenuation, ground effect and spherical spreading. Doppler effect as well as individual contributions of vehicle pass-bys are simulated through modulation transfer functions. Perceived spatial imagery is realised by variable in time decorrelation of the two channels reaching the ears of a virtual listener. As a starting point, measured power profiles give the frequency components of rolling noise. While preliminary tests against the LISTEN demonstrator validate the model's perceived realism between 70 and 90 kmph and on the range 300 to 900 m, it is assessed through more tests for conclusive results. In addition, the auralisations are mixed with foreground (local) traffic to investigate how relevant pursuing further realism of background traffic noise is in a more realistic scenario.

Do. 10:00 CAP2-HOutdoor Environments**Outdoor sounds recording and playback - estimation of immersion**
Pawel Malecki und Jerzy Wiciak*AGH Krakow*

Outdoor recording is often very challenging. The weather factor and difficulty of signal/noise determination are the most common issues. Especially when considering soundscape analysis, maximum immersion level is required. Article shows a potential of ambisonic recording-playback system in Soundscape analysis. Several natural and urban soundscape recordings are shown and refined. Techniques in soundscape registering are considered with different loudspeaker arrangements and setups. The main goal of this work is to investigate what are the main features of listening environment that allows immersion and high fidelity of reproduced sound field. Article shows results of an experiment that validate factors that influences fidelity, such as loudness, spatial distribution and coloration.

Do. 10:20 CAP2-HOutdoor Environments**Chances and limitations of outdoor sound recordings for interactive Virtual Acoustics**Jonas Stienen, Fanyu Meng und Michael Vorländer*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Creating and presenting audio-visual content for an immersive multi-modal experience is getting easier with new hardware appearing on the market. A very common underlying idea is to capture images and sounds on multi-tracks in a way, that the scene can be reproduced with a certain degree of freedom - in most cases the rotatory interaction at stationary positions or a predetermined trajectory. In contrast, interactive Virtual Acoustics applications simulating outdoor noise scenarios usually require both freedom of rotation and translatory movement, which is not *per se* possible with recordings. Additionally, modifications of the virtual environment can only be implemented physically conclusive, if precise knowledge on sound source signal, radiation pattern, weather conditions and the (initial) build environment is at hand. Keeping this in mind, multi-channel recordings provide a great chance of being a considerable source for transient audio signals for Virtual Acoustics that cannot be captured under laboratory conditions but must be recorded and separated from interfering noises on site, like pass-by train noises. In this paper, concepts for in-situ source characterization and the required parameter setting (array dimensions and spatial resolution) are discussed.

Do. 10:40 CAP2-H

Outdoor Environments

Recording and reproduction of sounds for auditory training of blind persons

Edyta Bogusz-Witczak, Ewa Skrodzka und Anna Furmann

Adam Mickiewicz University, Institute of Acoustics, Poznan

The ability to localize the sound source is very important for humans. It permits spatial orientation, localization of the site of the sound source, its distance and direction of its motion. The ability of spatial orientation is of substantial importance for the visually handicapped individuals improving their everyday life. The possibility of simulation of the actual acoustic events by headphones or loudspeakers can help in training the hearing sense for this purpose. The main aim of the study was to check the effect of 3D sound recording and reproduction methods on performance in localization of sound source and identification of the direction of its movement by the visually impaired and normally sighted subjects. The study was performed with the use of two microphone matrices (Octava and Panasonic) for Ambisonics method and two types of headphones (open and closed) for binaural method. For the adults, the method of recording and reproduction of sound had little effect on the test results. For the visually impaired children, a significant difference was noted to the advantage of the headphone exposure. Thus, the method of binaural recording and sound exposure through headphones seems much more effective for auditory training of visually handicapped young persons.

Do. 11:00 CAP2-H

Outdoor Environments

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Recording, Reproduction and Simulation of Outdoor Environments / Sound Zone and Directivity Control (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 11:00 (CAP2-H); Poster-Forum: Do. 11:20

Do.

Outdoor Environments / Sound Zone (Poster)

Synthesis of moving sound sources using wavelet transform

Fanyu Meng und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Moving sound sources are often the prominent parts in acoustical environments. They may cause noise problems as the speed of the sources increases rapidly, such as for high-speed trains and cars. Auralization is an efficient way for sound prediction providing an immersive auditory event. Therefore, it is important to find a sound synthesis approach to modeling moving sound sources and create perceptually convincing sounds for auralization. Compared to Fourier transform, wavelet transform (WT) has the advantage of remaining time information when transforming signals into the frequency domain, which benefits the received

time-variant signals from moving sources. In this paper, WT is proposed to decompose and synthesize moving sound source signals for the application of auralization.

Do. Outdoor Environments / Sound Zone (Poster)

Efficient Source-and-Receiver-Directional RIR Measurement

Markus Zaunschirm, Christoph Baumgartner und Christian Schörkhuber
Kunstuniversität Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik

Typically, the point-to-point room impulse response (RIR) is measured using a source and a receiver with an omnidirectional directivity. However, as neither natural sources radiate sound uniformly in all directions, nor do listeners perceive sound direction independent (cf. head related transfer functions), a measurement method that allows for describing the RIR between arbitrary source and receiver directivity is beneficial. By assuming both temporal and spatial sparseness (true in early part of room response), each time instant in the point-to-point RIR can be attributed to a specific direction at both sides, yielding the source-and-receiver-directional (SRD) RIR, similar to the spatial decomposition method (SDM). We propose an efficient SRD RIR measurement method using small compact spherical arrays, where the MIMO-RIR between a six-channel source and four-channel receiver is decomposed by direction of arrival (DOA) estimation. Results for simulation and measurements in a small conference room are presented and the applicability of SRD RIRs for measurement based auralisation is outlined.

Do. Outdoor Environments / Sound Zone (Poster)

An Iterative Least-Squares Design Method for Filters with Constrained Magnitude Response in Sound Reproduction

Martin Schneider und Emanuel Habets
Fraunhofer IIS / AudioLabs Erlangen

Filter coefficients determined according to a least-squares criterion are frequently used in applications related to sound zones and adjustable directivity. Without further constraints, the obtained filter coefficients can exhibit very large frequency-domain magnitudes whenever the underlying optimization problem is ill-conditioned. To avoid distortion in the loudspeakers during reproduction, the frequency responses of the reproduction filters can be limited in their magnitudes. However, solving the resulting optimization problem is computationally expensive, which constitutes a problem when large filter lengths or a large number of loudspeaker channels are considered. In this contribution, an efficient previously proposed algorithm is modified such that the filter's magnitude response is constrained. The proposed algorithm uses an approximation in the discrete Fourier-transform domain to yield time-domain filter coefficients. The accuracy of the proposed algorithm is measured by comparing to a state-of-the-art approach for convex optimization considering a free-field scenario. Furthermore, the applicability of the results to real-world scenarios is investigated considering measured impulse responses.

Do.

Outdoor Environments / Sound Zone (Poster)

Processing of Time Variant MIMO Room Impulse Responses

Johannes Klein und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Room impulse responses measured with MIMO (Multiple Input Multiple Output) systems offer a wide range of possibilities for the acoustical analysis of rooms. MIMO systems, composed of a loudspeaker array and a microphone array of a high order allow for the detailed analysis of the properties of single reflection paths, facilitating architectural planning and the transfer of a room into virtual reality.

High order arrays require a large number of sources and receivers. Due to the small dimensions of a single microphone it is rather straight forward to construct a microphone array with a high density of receivers. Loudspeakers have a comparatively large diameter and require a certain enclosed air volume, rendering the construction of an array with a high source density virtually impossible. To still achieve a high density of sources for a high order MIMO measurement it is one strategy to displace the loudspeakers and thus create additional sources. The sequential procedure consisting of measurement and source displacement can take a large amount of time. Recent publications have shown, that even in a short time period the propagation properties within a room can change significantly. This publication discusses methods to compensate for the time variances and their results.

Sitzung „Sound Zone and Directivity Control“

Do. 14:20 CAP2-H

Sound Zone and Directivity Control

On the Optimized Curving of Line Source ArraysFlorian Straube^a, David Albanés Bonillo^a, Frank Schultz^b und Stefan Weinzierl^a^a TU Berlin, FG Audiokommunikation; ^b sonible GmbH

Line Source Arrays (LSAs) are used for large-scale sound reinforcement aiming at the synthesis of homogenous sound fields. The deployed loudspeaker cabinets are rigged with different tilt angles and/or electronically controlled in order to provide the intended coverage of the audience zones and to avoid radiation towards the ceiling, reflective walls or residential areas. This contribution presents the analytical polygonal audience line curving (PALC) approach for finding appropriate LSA cabinet tilt angles with respect to the geometry of the receiver area and the intended coverage. PALC can be applied previous to a numerical optimization of the loudspeakers' driving functions. The method can be used with different objectives, such as a constant interaction between adjacent cabinets or by additionally considering amplitude attenuation. The PALC is evaluated in comparison with typical standard LSA curving schemes (straight, arc, J, progressive, numerically optimized). The advantages of

the presented approach regarding sound field homogeneity and target-oriented radiation will be shown with the help of technical quality measures.

Do. 14:40 CAP2-H

Sound Zone and Directivity Control

Adjoint-based Sound Field Synthesis and Sound Reinforcement

Mathias Lemke^a, Florian Straube^b, Jörn Sesterhenn^a und Stefan Weinzierl^b

^a *TU Berlin, Inst. f. Strömungsmechanik u. Technische Akustik; ^b TU Berlin, FG Audiokommunikation*

Determining an optimal geometric arrangement and electronic drive of Line Source Arrays (LSAs) used for sound reinforcement is usually an ill-posed inverse problem. In practice, the required filter coefficients are either tuned by means of operating knowledge or numerical optimization techniques. However, the used algorithms are mostly proprietary and their parametrisation is hardly documented.

An alternative is an adjoint-based approach. Depending on an objective function, that is given by a target sound field, the method allows the optimisation of acoustic sources in time and space. The method is based on the adjoint Euler equations.

Both optimal driving functions and positions of the sound sources for the synthesis of a desired sound field can be determined. The adjoint approach allows the consideration of a base flow and it is not limited to smooth boundaries.

We will present the fundamentals of the method and its features as well as a first application. Therein, a small, curved line array with 16 cabinets and a preset positioning is examined.

Based on this, a synthetic sound field is created. The adjoint approach is used to (re-)identify the reference signals. The method is suitable to identify the positions and the signals of the reference sources.

Do. 15:00 CAP2-H

Sound Zone and Directivity Control

Perception-based Investigations on the Monopole Synthesis for Reproduction of Directional Sound Sources

Jakob Bergner^a, Christoph Sladeczek^b und Johannes Redlich^c

^a *TU Ilmenau, Institut für Medientechnik; ^b Fraunhofer IDMT; ^c TU Berlin*

Monopole synthesis provides an analytic approach to approximate the sound radiation of an arbitrary sound source by a distribution of monopole sources. Each auxiliary source is controlled by a dedicated driving function in a way that the superposition of all monopoles form the desired wave field. Since in practical applications only a finite number of monopole sources are available, artifacts arise.

This work focuses on the human auditory perception of directional sources approximated by monopole synthesis. For this the directional behavior of a real sound source is measured, analyzed, resynthesized and auralized. To get a practical understanding of how the approach

could be used for interactive virtual acoustic environments, listening tests are conducted. Some first results will be presented in this work.

Do. 15:20 CAP2-H

Sound Zone and Directivity Control

Basic types of sound sculptures created by the controlled directivity of the IKO

Gerriet K. Sharma-Thiel, Franz Zotter und Robert Höldrich

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

A 20-sided, 20-channel compact icosahedral loudspeaker array (IKO) can be used together with spherical beamforming to create beams of narrow, adjustable directivity. When used with sounds in the room, three-dimensional sound phenomena can be composed of different sound material, beam trajectories, and sound layers. This paper discusses the artistic use of the IKO in terms of three basic types of sound sculptures: (i) a kernel plastic, (ii) a spatial plastic, and (iii) kernel-shell plastic. This contribution practically demonstrates these sculptures, and discusses how they are created in various environments, and which effects contribute to their auditory shape.

Do. 15:40 CAP2-H

Sound Zone and Directivity Control

Simulation of source-and-receiver-directional room transfer functions on the basis of room modes

Andrés Ureta Staackmann und Franz Zotter

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

This paper presents ideas and theoretical principles required to simulate room transfer functions with source and receiver directivities on the basis of room modes and with image sources, respectively. The transfer function between a directional source and a directional receiver is provided as a finite sum of image sources or room modes and their individual resonant behavior. The results are directional room transfer functions in rectangular rooms. Further, the directivity patterns are created by a linear combination of multipoles or spherical harmonics. Finally simulations of directional room transfer functions are carried out for both methods and are made available for a comparison and evaluation of their performance. The accuracy of both methods is likely to stand in direct relationship to their truncation either in the space or in the modal domain. The influence of the truncation constitutes the main problem studied in this work.

Sitzung „Sprachverarbeitung“

Do. 8:40 CAP2-K

Sprachverarbeitung

Pitch features for low-complexity online speaker trackingJoachim Thiemann und Steven van de Par*CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'*

In a complex acoustic scene with many speakers, a hearing-aid user would benefit if an intelligent hearing aid could distinguish a target speaker from interfering speakers, such that the former can be enhanced and the latter can be suppressed. Thus, an intelligent hearing aid needs to be able to track speakers, to recognize that some target speaker identified previously is speaking again. This task is difficult in hearing aids since it is impossible to have specific speaker models and the acoustic conditions are likely to change, eg. due to head movements or changes in the location of the speaker.

Previous research has shown that low-complexity speaker tracking can be obtained using spectral features, requiring speech fragments of at least 3 seconds to achieve reasonable tracking performance. In this research, we examine the additional use of pitch features in order to further reduce the duration of the required speech fragment, so that the hearing aid can be steered more rapidly in real-world scenarios.

Do. 9:00 CAP2-K

Sprachverarbeitung

Evaluation von individueller Hörunterstützung im Telefon für Normal- und Schwerhörende in schwierigen HörbedingungenJan Rennies-Hochmuth^a, Tobias Bruns^a, Andreas Volgenandt^a, René Asendorf^a, Yusuf Durukan^b und Dirk Oetting^a^a*Fraunhofer IDMT / Hör-, Sprach- und Audiotechnologie; ^bSnom Technology AG*

Sprachverstehen am Telefon kann durch viele unterschiedliche Faktoren erschwert sein. Durch nicht verstandene Wörter und eine erhöhte Höranstrengung wird die Kommunikation beeinträchtigt. Ursachen sind z.B. schlechte Signalqualität, Umgebungslärm, Schwerhörigkeit und Kopplungsprobleme zwischen Hörgeräten und Telefonen, so dass sowohl Normal- als auch Schwerhörende in diesen Situationen von Sprachverbesserungsalgorithmen profitieren können. Diese Studie untersuchte die Wirksamkeit eines Algorithmus zur individuellen Hörunterstützung, der direkt ins Telefon integriert wurde, mit normalhörenden sowie unversorgten mild bis moderat schwerhörenden Probanden. Über die Bedienelemente am Telefon konnten die Nutzer die nichtlineare, signal-adaptive Signalverarbeitung individuell einstellen. Als Maß für Sprachverständlichkeit wurde der Anteil korrekt verstandener Zahlentriple aus unterschiedlichen realen Telefonaufnahmen für unverarbeitete und individuell verarbeitete Sprachsignale gemessen. Zusätzlich bewerteten die Probanden die empfundene Höranstrengung und Sprachqualität. Die Messungen wurden in Ruhe und in einem Callcenter-typischen

Umgebungslärm durchgeführt. Die Daten zeigen, dass unter Umgebungslärm auch für Normalhörende deutliche Hörprobleme auftreten können und dass die integrierte Hörunterstützung für beide Nutzergruppen vorteilhaft ist. Große interindividuelle Unterschiede bei den bevorzugten Algorithmenparametern unterstreichen den Vorteil individueller Einstellmöglichkeiten.

Do. 9:20 CAP2-K

Sprachverarbeitung

Microphone Diversity based Wind Noise Reduction in a Car Environment using MEMS Arrays

Simon Grimm^a, Jürgen Freudenberg^a und Harald Schnepf^b

^a*HTWG Konstanz*; ^b*Daimler AG*

Microphones based on microelectromechanical systems (MEMS) technologies enable compact microphone arrays. In this work a wind noise reduction technique for hands-free communication applications in a car environment is proposed. This approach is based on a compact endfire array with omnidirectional MEMS microphones. Even for closely located MEMS microphones, the different signal properties at the microphones can be exploited to achieve a significant reduction of wind noise. A speech reference is acquired that uses power spectral density (PSD) based diversity combining in wind noise affected frequency bins. Based on this reference, two wind noise reduction algorithms are proposed that achieve an improved signal-to-noise-ratio (SNR). The first approach uses a wind noise reference, obtained by a delay-and-subtract beamformer. A spectral damping of wind affected frequency bins is performed based on the speech and noise references. The second approach uses a frequency domain normalized least-mean-square algorithm (NFLMS) to estimate the relative transfer functions (RTFs) between the speech reference and the microphone signals. The estimated RTFs act like filters that pass only coherent signal components and therefore reduce incoherent wind noise. Simulations show that both approaches are capable of improving the signal-to-noise-ratio while keeping the distortion of the speech signal low.

Do. 10:00 CAP2-K

Sprachverarbeitung

Verbesserung der Sprachverständlichkeit für Atemschutzmasken mittels Signalbearbeitung mit nichtlinearen Kennlinien

Michael Brodersen^a, Bastian Gröger^b und Gerhard Schmidt^b

^a*Dräger Safety AG & Co. KGaA*; ^b*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*
Bei Feuerwehreinsätzen ist die Verwendung einer Atemschutzmaske aus Sicherheitsgründen unabdingbar. Durch die geschlossene Atemschutzmaske wird die von der Einsatzkraft ausgehende Sprache aber auch stark gedämpft, wodurch die Verständigung unter den Feuerwehrleuten erschwert wird. Eine integrierbare Kommunikationseinheit soll die Sprachverständlichkeit verbessern und ermöglicht unter anderem die Kommunikation per Funk sowie die Verstärkung des Gesprochenen

über die Lautsprecher der Einheit. Das in der Kommunikationseinheit integrierte Mikrofon befindet sich dabei außerhalb des abgeschlossenen Systems der Atemschutzmaske hinter einer Sprechmembran mit einer Resonanzfrequenz von 800Hz, was eine Dämpfung von essenziellen Sprachanteilen über 1400Hz zur Folge hat und zudem das Signal nichtlinear beeinflusst. Folglich ist die Sprachverständlichkeit des Mikrofonsignals beeinträchtigt. Der in diesem Beitrag vorgestellte Exciter-Algorithmus soll dem Signal die gedämpften Harmonischen (Vielfache der Grundfrequenz) wieder aufprägen und so eine verbesserte Sprachverständlichkeit erwirken. Die durch den Exciter erzielte Verbesserung der Sprachverständlichkeit wird mittels CMOS-Tests (Comparison Mean Opinion Score) evaluiert.

Do. 10:20 CAP2-K

Sprachverarbeitung

A robust speech preprocessing algorithm based on overlap-masking reduction

Julian Grosse und Steven van de Par

CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

In daily life we often encounter situations where speech is reproduced over loudspeakers in a non-optimal reverberant environment such as e.g. in train-stations or conference halls. In such situations, it is desired to reduce the detrimental effects of reverberation on speech intelligibility. This study proposes a preprocessing technique, based on an approach by [Arai et al., *Acoust. Sci. & Tech.*, vol. 23, no. 4, pp. 229-232 (2002)], that can be applied to the dry source signal before it is rendered in a reverberant environment. Based on prior knowledge of the room impulse response (RIR), the direct and reverberant components can be analyzed separately by using human auditory-based signal representations. This separate analysis allows to determine and reduce the amount of overlap-masking on successive speech segments using a controlled preprocessing of the dry source signal. A speech intelligibility prediction model [Jørgensen et al., *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 134, 436-446 (2013)] is used to find optimal parameter settings by minimizing predicted speech reception thresholds. Subjective listening tests show an improvement in speech intelligibility across several representative room-acoustical scenarios even when the RIR was measured for at an entirely different place in the room then finally used in the listening tests.

Do. 10:40 CAP2-K

Sprachverarbeitung

More noise, less talk - the impact of driving noise and ICC systems on acoustic-prosodic parameters in dialogueRabea Landgraf^a, Gerhard Schmidt^b, Johannes Köhler-Kaeß^c, Oliver Niebuhr^d und Tina John^a^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, ISFAS;* ^b*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, DSS;* ^c*Meteolytix GmbH;* ^d*Mads Clausen Institute, University of Southern Denmark*

Speech communication in a driving car takes place under adverse conditions like high background noises. In-Car Communication (ICC) systems are developed to improve the communication between passengers. In order to evaluate the performance of these systems, we recorded a unique 15-hour speech corpus of SPontaneous In-car Dialogues (SPID) in an acoustic and visual ambiance simulation that was developed at Kiel University. These dialogues were recorded at different noise levels (silence, 50 km/h, and 130 km/h) as well as with and without an ICC system. Speaking in loud environments is well known to trigger the Lombard effect. It makes speakers talk louder, and at higher pitch levels. As our previous data show, the Lombard effect also leads to shorter conversations. Furthermore, we find that an activated ICC system is in fact able to reverse (though not entirely remove) the Lombard effect in all acoustic parameters, except for its reducing effect on the total conversation time. The latter effect is reversed by ICC. We found that ICC systems changes the relative speaking time among the interlocutors in the front and back seats of the car in a way that has implications on how Lombard effect and ICC system actually affect dialogue interaction.

Do. 11:00 CAP2-K

Sprachverarbeitung

Präsentation der Poster, die dieser bzw. der nachfolgenden Sitzung "Speech Acoustics..." zugeordnet sind (s. u.)

Sitzung „Speech Acoustics: Social and Physiological Signals (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 11:00 (CAP2-K); Poster-Forum: Do. 11:20

Do. Speech Acoustics: Signals (Poster)**Winning Over an Audience - A Perception-based Analysis of Prosodic Features of Charismatic Speech**Stephanie Berger^a, Oliver Niebuhr^b und Benno Peters^c^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, ISFAS;* ^b*Mads Clausen Institute, University of Southern Denmark;* ^c*Allgemeine Sprachwissenschaft, Universität Kiel*

The role of charismatic speech is gaining more and more attention in different areas, for example in business or politics, but also in phonetic research. This ongoing study investigates how certain prosodic-acoustic features affect the perception of charismatic speech in American English. It is based on the recording of two male US-American experienced speakers who were asked to complete a reading task. Unlike previous studies on charismatic speech, for example Rosenberg & Hirschberg (2005, 2009) or Niebuhr et al. (2016), the same phrase was used for both speakers and this phrase was prosodically manipulated in different parameters (mean F0, F0 range, and speech rate) using the analysis software PRAAT. While the parameters were kept at the original value for some of the resulting stimuli, they were increased and decreased for others. The stimuli along with rating possibilities on four 5-point Likert scales ("The speaker is charismatic/convincing/motivating.;" "The speaker sounds attractive.") were presented to American volunteers in an online-based perception experiment. The results of the experiment with the controlled manipulations should offer a better insight into which parameters are most important in order to leave listeners with the impression of a charismatic speaker.

Do. Speech Acoustics: Signals (Poster)**Speech, Think, Act: A phonetic analysis of the combinatorial effects of respiratory mask, physical and cognitive stress on phonation and articulation**Carina Marquard^a, Christin Baasch^b, Michael Brodersen^c, Oliver Niebuhr^d und Gerhard Schmidt^b^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, ISFAS;* ^b*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, DSS;* ^c*Dräger Safety AG & Co. KGaA;* ^d*Mads Clausen Institute, University of Southern Denmark*

Stress is perceptible in speech, but on which basis and in which way all the different stress types shine through and combine in the acoustic speech signal is only vaguely understood by now. This study addresses these questions and additionally examines how stress types in speech

can be determined and quantified by means of acoustic-phonetic parameters. We used several stressors that form a taxonomy of stress factors according to Murray et al. (1996). Pink noise served as an external stressor. A further stress factor, cognitive load, was created by asking quiz questions. Physiological stressors were induced by training on an ergometer and the application of a respirator mask (full face mask). The speech signals produced by male German native speakers while answering the quiz and further reference questions were analyzed in terms of a number of prosodic F0 and duration measures. The results of our acoustic analysis allow drawing conclusions on if and how stress factors can be distinguished from each other, interfere with each other, and/or add up in the speech signal. Furthermore, we touch upon the issue whether measurable stress can increase ad infinitum or whether there is an upper limit for the manifestation of stress in speech.

Do.

Speech Acoustics: Signals (Poster)

Phone elasticity in disfluent contexts

Simon Betz, Petra Wagner und Jana Voße*Universität Bielefeld*

Our project explores the phonetic realization of disfluencies in conversational synthetic speech. Such disfluencies frequently occur in natural conversations between human interlocutors and have proven to be helpful in incremental dialogue systems, e.g. to prevent barge-ins or signal the ongoing language planning. Lengthening can be synthesized with high sound quality with free synthesis software. One question is how to best distribute the lengthening on the target syllable. Campbell & Isard proposed the "elasticity hypothesis" to distribute durational changes over the segments of a syllable, based on mean phone durations and their standard deviations. While the basic form of the elasticity hypothesis proposes a balanced distribution over the syllable with the phone's elasticity being the only constraint, a corpus study on disfluent lengthening revealed differing behavior. It appears that disfluent lengthening is often not pre-planned by the speaker so that the ideal and balanced distribution over the syllable is not realizable. Rather one particular phone is selected where the lengthening centers on. Our aim is to build a model that takes these constraints into account and is able to predict the distribution of disfluent lengthening by selecting the best available phone with respect to its phonetic properties.

Sitzung „Speech Acoustics: Social and Physiological Signals“

Do. 14:20 CAP2-K

Speech Acoustics: Signals

Foreign Accent in the Acoustic Features of Speech Melody - A Danish-German Case StudyNathalie Schümchen^a, Kerstin Fischer^a, Lars C. Jensen^a, Oliver Niebuhr^b und Maria Alm^a^aDepartment of Design and Communication, University of Southern Denmark; ^bMads Clausen Institute, University of Southern Denmark

In a set of experimental studies, we set out to determine the effects of transfer of the speech melody of one's native language into a foreign language. The independent variables were native-like versus non-native-like melodic contours, while the dependent variables were pragmatic function and suspected speaker characteristics. In particular, we looked at German speech melody imposed on Danish question-statement sequences as compared to Danish originals. The swapping procedure was guided by previous acoustic and phonological analysis of German and realized by means of the PSOLA speech-resynthesis algorithm that is implemented in the PRAAT software package. The resynthesized acoustic stimuli were delivered by two identical robots. First results based on 98 listeners indicate that, contrary to expectations, native speakers of Danish prefer German speech melody over their own. Results are discussed with respect to potential melody-based mis-understandings in cross-linguistic communication settings and universal interpretations of speech melody.

Do. 14:40 CAP2-K

Speech Acoustics: Signals

Measurement of Attitude and Conversational Meaning - Pragmatic Functions of Phrase Final Intonation in German wh-Questions

Matthias Hoffmann, Benno Peters und Laura-Marie Andresen

Allgemeine Sprachwissenschaft, Universität Kiel

Speech is a carrier of social signals and conveys attitudinal, affective and intentional information. An important acoustic cue for conversational meaning of utterances is the final pitch contour. Syntactically marked question in German can either have rising or falling pitch depending on speakers' attitude and social and situational context. We conducted an experiment on perception to determine the pragmatic and attitudinal meanings associated with falling or rising phrase final pitch pattern: Intonation of two German wh-questions is resynthesized as a 7-step continuum of phrase final pitch contours from high rising to deep falling. The perceived meaning of resulting stimuli is analyzed using the semantic differential technique. Following bipolar semantic scales were used: polite - impolite; submissive - dominant; willing to compromise - determined; questioning - commanding; calm - irritated; interested - uninterested; emotional - objective Data thus obtained shows wide divergence in ratings with regard to the acoustic continuum of rising and falling final

pitch. High rising pitch contours are perceived as questioning, polite and submissive, whereas deep falling pitch is rated as dominant and commanding.

Do. 15:00 CAP2-K

Speech Acoustics: Signals

Predicting Effects of Hearing-Instrument Signal Processing on Consonant Recognition and Confusions

Johannes Zaar und Torsten Dau

Hearing Systems Group, Technical University of Denmark

This study investigates the influence of hearing-aid (HA) and cochlear-implant (CI) processing on consonant perception in normal-hearing (NH) listeners. Measured data were compared to predictions obtained with a speech perception model [Zaar and Dau (2016). *J. Acoust. Soc. Am.*, under review] that combines an auditory processing front end with a correlation-based template matching back end. In terms of HA processing, effects of strong nonlinear frequency compression and impulse-noise suppression were measured in 10 NH listeners using consonant-vowel stimuli. Regarding CI processing, the consonant perception data from DiNino et al. [(2016). *J. Acoust. Soc. Am.*, under review] were considered, which were obtained with noise-vocoded vowel-consonant-vowel stimuli in 12 NH listeners. The inputs to the model were the same stimuli as used in the corresponding experiments. The model predictions obtained for the two data sets showed a large agreement with the perceptual data both in terms of consonant recognition and confusions, demonstrating the model's sensitivity to supra-threshold effects of hearing-instrument signal processing on consonant perception. The results could be useful for the evaluation of hearing-instrument processing strategies, particularly when combined with simulations of individual hearing impairment.

Do. 15:20 CAP2-K

Speech Acoustics: Signals

Effects of pain on vowel production – Towards a new way of pain-level estimation based on acoustic speech-signal analyses

Melissa Salinas Rannenberg^a, Oliver Niebuhr^b, Miriam Kunz^c, Plinio Almeida Barbosa^d und Stefan Lautenbacher^a

^a*Physiological Psychology, University of Bamberg*; ^b*Mads Clausen Institute, University of Southern Denmark*; ^c*Faculty of Medical Sciences, University of Groningen*; ^d*Instituto de Estudos da Linguagem/Unicamp, Campinas University*

The estimation of pain levels of patients requiring medical treatment is critical to successful pain management interventions, the dosing of drugs, and the selection of appropriate therapeutic measures. Current estimation methods are based on given sets of words like WILDA or stepped rating scales like the Wong-Baker faces. It is debatable whether such methods are targeted and fine-grained enough, and whether

they can be consistently applied by patients, particularly across the different cultures and languages of a modern globalized society. Addressing these issues, we present an initial step into a line of research whose long-term goal is to automatically detect and measure – at a new level of detail and with ubiquitous technical devices – a patient's pain level from changes in the acoustic source and filter characteristics of the speech signal. Our first study based on 50 German speakers who immersed their hands in water tanks with temperatures from 41° to 47°C. The multiparametric acoustic analysis of the vowel productions showed an increase of mean F0 and intensity, particularly in those vowels that are associated with stereotypical pain groaning. Further findings involve voice-quality and formant-frequency. Our research is relevant for various applications in healthcare and welfare technology.

Do. 15:40 CAP2-K

Speech Acoustics: Signals

Prosodic effects of perceived attractiveness and likability

Jan Michalsky

CvO Universität Oldenburg

There are at least two important types of questions to be asked about attitudes and emotions in social interaction. Firstly, what is the emotional/attitudinal state of our interlocutor (Is he/she angry?) Secondly, how is our emotional/attitudinal state perceived by our interlocutor (Does he/she think we are angry?) While there exists a growing body of research on acoustic correlates regarding the former, there is little to no research on the latter. In this study we investigate the impact of perceived attractiveness and likability as aspects of overall impression of an interlocutor on low level acoustic features of 10 female and 10 male speakers in 100 spontaneous dialogues of 15 minutes each in a speed dating setting. The results of the study suggest that 1) overall impressions of an interlocutor such as perceived attractiveness or likability influence a speaker's prosodic behavior, 2) attractiveness and likability form two separate scales that can and need to be distinguished, and 3) speakers show a high amount of prosodic variability based on the adaptation to their interlocutor's prosodic behavior. The direct interference of an interlocutor's prosodic behavior with the primary effects of perceived attractiveness and likability suggests a complex interplay of social and prosodic parameters.

Do. 16:00 CAP2-K

Speech Acoustics: Signals

Hesitation Markers Contribute to Addressee Orientation

Kerstin Fischer^a, Oliver Niebuhr^b, Eszter Novák-Tót^c und Lars C. Jensen^a

^aDepartment of Design and Communication, University of Southern Denmark; ^bMads Clausen Institute, University of Southern Denmark;

^cUtrecht Institute of Linguistics

Folk theories and scientific studies have suggested a relationship between the occurrence of hesitation markers, also called "filled pauses",

and cognitive load, associating hesitation markers with nervousness, lack of concentration and lack of knowledge. Scrutinizing this assumption, we carried out two studies. In Study 1, we created human-robot interaction videos in which a person interacted with a humanoid toy robot on various tasks, such as instructing to prepare a dish, organizing one's e-mail correspondence or playing a board game. The robot's acoustic speech signal was synthesized using a public domain text-to speech system once with and once without hesitation markers. Results show that participants indeed rate the robot that uses hesitation markers as more interested in getting across to the respective communication partner. Study 2 was an acoustic analysis of the speech signals of famous CEOs of US companies. Results show that the female CEOs used fewer hesitation markers than their male counterparts and that the use of hesitation markers correlates with the speaker's perceived charisma. In particular, less charismatic CEOs they produced almost no hesitation markers at all. We conclude that one of the mainfunctions of hesitation markers in speech is indeed to express the speaker's addressee orientation.

Sitzung „Building Acoustics - Legal Requirements and Classification Schemes for Dwellings“

Do. 9:00 CAP3-HS2 Requirements / Classification for Dwellings

Acoustic classification of housing according to ISO/CD 19488 compared with VDI 4100 and DEGA Recommendation 103

Birgit Rasmussen

Danish Building Research Institute

In Europe, national acoustic classification schemes for housing exist in about ten countries. The schemes specify a number of quality classes, reflecting different levels of acoustic protection, and include class criteria concerning several acoustic aspects, main criteria being about airborne and impact sound insulation between dwellings, facade sound insulation and service equipment noise. The schemes have been implemented and revised gradually since the 1990es. However, due to lack of coordination, there are significant discrepancies, implying obstacles for exchange of experience and for further development of design tools. Due to the high diversity in Europe, the European COST Action TU0901 "Integrating and Harmonizing Sound Insulation Aspects in Sustainable Urban Housing Constructions" was established in 2009 with preparation of a proposal for an acoustic classification scheme for housing as one of the main goals. The proposal - based on studies of existing, national schemes and discussions about needs - was approved by ISO/TC43/SC2 as a new work item ISO/WI 19488. A working group was established in 2014, elaborating further the structure and details. The paper presents ISO/CD 19488:2016 and compares the main characteristics with the German VDI 4100:2012 and DEGA Recommendation 103:2009 with special focus on applicability for the existing housing stock.

Do. 9:20 CAP3-HS2 Requirements / Classification for Dwellings

DEGA-Empfehlung 103 - Neue Fassung 2017

Christian Burkhart

Akustikbüro Schwartzenberger und Burkhart

Die 2009 veröffentlichte DEGA-Empfehlung 103 "Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis" wurde überarbeitet und kürzlich als Entwurf veröffentlicht. Unverändert werden insgesamt sieben Schallschutzstufen definiert, mit denen sowohl die schalltechnische Qualität einzelner Baukonstruktionen (Decken, Wände) als auch ganzer Gebäude gekennzeichnet werden können.

Der Vortrag zeigt und erläutert die aufgenommenen Erweiterungen und Änderung gegenüber der Fassung aus dem Jahr 2009.

Do. 9:40 CAP3-HS2 Requirements / Classification for Dwellings

Konstruktive Umsetzung verschiedener Schallschutzniveaus im Massivbau

Martin Schäfers

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Neben den ordnungsrechtlichen Anforderungen an den Schallschutz in Deutschland in DIN 4109 werden mittlerweile verschiedene Regelwerke mit Empfehlungen für den Erhöhten Schallschutz oder mit Klassifizierungssystemen für die Vereinbarung eines zu erzielenden Schallschutzniveaus herangezogen. Zu nennen sind hier neben DIN 4109 Beiblatt 2 beispielsweise VDI 4100 oder die DEGA Empfehlung 103 - Schallschutzausweis. Darüber hinaus erscheint voraussichtlich im ersten Quartal 2017 DIN SPEC 91314 mit "Anforderungen für einen Erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau" und es laufen internationale Normungsaktivitäten zur Erarbeitung eines Klassifizierungssystems für den Schallschutz in Wohnungen. Regelwerke zum erhöhten Schallschutz sind in Deutschland von besonderer Bedeutung, da DIN 4109 in vielen Bereichen nur einen Mindestschallschutz beschreibt der nicht den anerkannten Regeln der Technik für übliche Gebäude entspricht. Dies wird mittlerweile bereits im Titel der im Juli 2016 erschienenen DIN 4109-1 klarstellt. Innerhalb des Beitrags wird zunächst eine Gegenüberstellung der verschiedenen Empfehlungen und Klassen für erhöhten Schallschutz vorgenommen. Ausgehend davon wird aufgezeigt, wie die unterschiedlichen Schallschutzniveaus im Massivbau für die Gebäudetypen Geschosswohnungsbau und Reihen- bzw. Doppelhäuser realisiert werden können. Dabei wird neben der Dimensionierung der schallübertragenden Bauteile besonderer Wert auf die schalltechnisch robuste Gestaltung von Anschlussdetails gelegt. Damit wird aufgezeigt wie die verschiedenen Niveaus sicher realisiert werden können.

Do. 10:20 CAP3-HS2 Requirements / Classification for Dwellings

Sind die Mindestanforderungen der DIN4109-1: 2016 zeitgemäß?

Martin Schneider und Heinz-Martin Fischer

Hochschule für Technik Stuttgart

Im Juli 2016 ist die eine neue DIN 4109 erschienen. Wesentliche Änderungen gegenüber der Ausgabe von 1989 ergeben sich vor allem im Bereich der Berechnungsverfahren. Die Anforderungsgrößen wurden im wesentlichen beibehalten, allerdings ist beim Luftschallschutz zwischen Räumen das bewertete Bau-Schalldämm-Maßnur für Trennbauteilflächen größer 10 m^2 auszuwerten, für kleinere Trennbauteilflächen ist jetzt die Norm-Schallpegeldifferenz Dn,w auszuwerten bzw. messtechnisch zu ermitteln. Eine der Vorgaben im Normungsausschuss für die Überarbeitung der DIN 4109 war, das bisherige Schallschutzniveau beizubehalten. Im mehrgeschossigen Wohnungsbau bleiben deshalb beim Luftschall die Mindestanforderungen an das bewertete Bau-Schalldämm-Maß von Wohnungstrennwänden und -decken unverändert. Die zulässigen Norm-Trittschallpegel für Wohnungstrenndecken werden allerdings um 3 dB vermindert. In dem Beitrag soll die Frage diskutiert werden, ob die verwendeten Kenngrößen noch zeitgemäß sind und in wieweit das geforderte Schallschutzniveau die aktuelle Rechtsprechung wiederspiegelt. Welche der Anforderungswerte der neuen DIN 4109-1 entsprechen dabei dem Stand der Technik bzw. in welchen Bereichen sollte bei der Planung auf andere Regelwerke zurückgegriffen werden.

Do. 10:40 CAP3-HS2 Requirements / Classification for Dwellings

Vorschlag zur Bildung eines Beurteilungspegels für gebäudetechnische Anlagen - Teil 1: Einführung und Grundlagen

Thomas Hils^a und Henning Alphei^b

^ahils consult gmbh, ing.-büro bauphysik; ^bAkustikbüro Göttingen

Zur bauakustischen Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen wird unabhängig von der spezifischen Geräuschcharakteristik der Anlage in Deutschland seit Jahrzehnten ein normiertes Maximalpegelkriterium herangezogen. Auch in der Neufassung der DIN 4109:2016-07 wird dieses Prinzip beibehalten und zur Beurteilung auf den LAFmax,n abgestellt.

Dabei wird bislang beurteilungssystematisch davon ausgegangen, dass wenn die lauteste Geräuschspitze einer (Installations-)Anlage einen Grenzwert nicht überschreitet, diese als unauffällig im Sinne der Norm einzustufen ist. Jene vom Grundsatz einer "worst-case"-Betrachtung ausgehende Beurteilungsmethodik hat sich zwar in der Praxis grundsätzlich bewährt, ist jedoch vor dem Hintergrund der zunehmenden "Technisierung" von Gebäuden als vielfach zu undifferenziert und durch die hohe Fremdgeräuschanfälligkeit eines kennzeichnenden Maximalpegels (Stichwort: "Knacken im Gebäude") auch messtechnisch obendrein bisweilen als anspruchsvoll einzustufen. Insbesondere ist es derzeit nicht möglich der besonderen Störwirkung besonders lästiger ton-

oder informationshaltiger Geräusche in irgendeiner Form Rechnung zu tragen.

Aus diesem Grund wird zur Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen nachfolgend ein Vorschlag erarbeitet, der in Anlehnung an das der TA Lärm zugrunde liegende System des Beurteilungspegels auf einen Beurteilungspegel gebäudetechnischer Anlagen L_{r,GA} abstellt.

Do. 11:00 CAP3-HS2 Requirements / Classification for Dwellings

Vorschlag zur Bildung eines Beurteilungspegels für gebäudetechnische Anlagen - Teil 2

Henning Alphel^a und Thomas Hils^b

^a Akustikbüro Göttingen; ^b hils consult gmbh, ing.-büro bauphysik

Im ersten Teil wurden die Motivation und die Grundlagen für das Verfahren beschrieben. In diesem zweiten Teil wird auf die durchgeführten praktischen Auswertungen der unterschiedlichen Geräusche eingegangen. Die Untersuchungen wurden einerseits an typischen Aufnahmen vorgenommen, die aus der Messpraxis stammen und so realistische Bedingungen berücksichtigen. Zusätzlich wurde für generierte Beispielgeräusche die Ergebnisse des L_{r,GA} genannten Beurteilungspegels dargestellt und für die unterschiedlichen denkbaren Einflussparameter wie Tonhaltigkeit und Hintergrundgeräusch systematisch untersucht.

Sitzung „Schallschutz gegen Außenlärm“

Do. 14:20 CAP3-HS2

Schallschutz gegen Außenlärm

Stand der Regelung - Schallschutz gegen Außenlärm in DIN 4109

Andreas Meier

Müller-BBM GmbH

Die vorhandenen Regelungen rund um den Schallschutz von Gebäuden gegen Außenlärm werden derzeit kontrovers diskutiert. Neben dem Berechnungsverfahren in DIN 4109 wird in der Praxis oftmals die VDI 2719 herangezogen. Darüber hinaus finden Regelungen der 24. BImSchV Anwendung. Für die DIN 4109 sind aktuell Änderungsblätter mit abgestimmten Anpassungen im Entwurf erschienen. Der Beitrag gibt einen Überblick über die unterschiedliche Zielsetzung der Regelungen, erläutert die Hintergründe und vorgeschlagenen Anpassungen für die DIN 4109. Erforderliche Forschungsbereiche werden aufgezeigt.

Do. 14:40 CAP3-HS2

Schallschutz gegen Außenlärm

Baulicher Schallschutz in der Bauleitplanung

Frank Rudloff und Andreas Albrecht

ALB Akustik-Labor Berlin

Im Ergebnis der Rechtsprechung sind seit einiger Zeit in Bebauungsplänen wieder textliche Festsetzungen zum baulichen Schallschutz schutzbedürftiger Räume notwendig. Bei Anwendung der DIN 4109:2016-07 ergeben sich für Aufenthaltsräume in Wohnungen und andere dem Nachtschlaf dienende Räume im Vergleich zur DIN 4109:1989-11 Erhöhungen des Lärmpegelbereichs um eine Stufe, bei Differenzen zwischen den Beurteilungspegeln Tag und Nacht von weniger als 5 dB (z. B. in der Nähe von Bahnstrecken) sogar um zwei Stufen. Berechnet man die bei Realisierung der Anforderungen an die Schalldämmung zu erwartenden Innenpegel in den Aufenthaltsräumen und berücksichtigt das frequenzabhängige Dämmverhalten von Fenstern mit üblichen Ansätzen (VDI 2719:1987-08, 24. BlmSchV), so ist festzustellen, dass die erhöhte Schalldämmung insbesondere an Bahnstrecken zu unangemessen niedrigen Pegeln führt. Dies zieht einerseits eine unerwünschte Fokussierung auf Geräusche innerhalb des Gebäudes nach sich und führt andererseits zu erhöhten Baukosten. Im Vortrag wird eine textliche Festsetzung zum baulichen Schallschutz vorgestellt, die auf dem sinnvollen Ansatz beruht, das die Zielwerte feste, raumartabhängige und verkehrswegunabhängige Beurteilungspegel innen sein sollten.

Do. 15:00 CAP3-HS2

Schallschutz gegen Außenlärm

Schallschutz gegen Außenlärm nach DIN 4109-2:2016-07 an Schienenverkehrswegen unter Berücksichtigung der spektralen Zusammensetzung des Außenlärmpegels bei verschiedenen Streckentypen

Rudolf Liegl und Manfred Liepert

Möhler + Partner Ingenieure AG

In DIN 4109-2:2016-07 wird das Verfahren zum Nachweis des Schallschutzes gegen Außenlärm geregelt und die Berechnung der Beurteilungspegel für Schienenverkehrswägen beschrieben. Nach Abschnitt 4.4.5.3 sind die Beurteilungspegel nach der 16. BlmSchV zu bestimmen, wobei zur Bildung des maßgeblichen Außenlärmpegels jeweils 3 dB(A) zu addieren sind. Der Verweis auf die 16. BlmSchV erfolgt undatiert, weshalb formal die derzeit geltende, durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 geänderte Fassung maßgebend ist. Dort ist die Korrektur für die geringere Störwirkung des Schienenverkehrslärms nicht mehr enthalten und die Berechnungsvorschrift Schall 03 wurde grundlegend überarbeitet. Nach Abschnitt 4.4.5.2 in DIN 4109-2:2016-07 können die Beurteilungspegel aber auch mithilfe der älteren Nomogramme in DIN 18005-1:2002-07, A.3 ermittelt werden. Die Auswirkungen der Anwendung beider Methoden auf die resultierende Schalldämmung der

Außenbauteile werden vergleichend dargestellt. Weiterhin wird dargestellt, welche unterschiedlichen Innenraumpegel zu erwarten sind, wenn die in der Anlage 2 der 16. BlmSchV in Oktavbändern von 63 Hz bis 8.000 Hz zu berechnenden Immissionspegel für verschiedene Streckentypen (z.B. Güterstrecken, Nahverkehrsstrecken) in Bezug zu den frequenzabhängigen Schalldämmegenschaften repräsentativer Außenbauteile gesetzt werden.

Do. 15:20 CAP3-HS2

Schallschutz gegen Außenlärm

Schallfelder in Innenhöfen im Vergleich zwischen Simulation, Berechnung und Maßstabsmodellversuch

Alexander Lee^a und Jean Marc Wunderli^b

^aGeldern; ^bEmpa, Swiss Federal Laboratories for Materials Science & Technology

Städtebaulich wird mit der Blockrandbebauung eine Erhöhung der Bevölkerungsdichte im urbanen Raum realisiert. Die dabei um einen Innenhof angeordneten Gebäude schirmen diesen unter anderem vor Schall ab, der vom angrenzenden Straßenverkehr ausgeht. Dadurch kann im Innenhof eine lärmgeschützte Zone entstehen, die der zum Hof angrenzenden Gebäudeseite die Möglichkeit zu einer Quiet façade bietet.

Im städtischen Umfeld ist die Schallausbreitung von der Straße in einen Innenhof sehr komplex. Neben Mehrfachbeugungen und -reflexionen haben die Gebäude verschiedenste Fassaden mit Öffnungen zum Innenhof, die ebenfalls unterschiedliche Geometrien besitzen.

Für verschiedene Innenhofmodelle werden in einem Vergleich die Ergebnisse aus Simulation, Berechnung und Maßstabsmodellmessung gezeigt. Die Simulationsergebnisse stammen von einem Programm für die Raumakustik, die Berechnungsergebnisse von einer Software für die Lärmkartierung. Für die Vergleichsinnenhöfe wurden die Fassadenöffnung, die Hofgröße und die Straßenentfernung variiert.

Do. 15:40 CAP3-HS2

Schallschutz gegen Außenlärm

Luftschalldämmung von Vorhangsfassaden

Joachim Hessinger und Bernd Saß

ift Rosenheim GmbH

Vorhangsfassaden werden heute vielfach in Büro- und Verwaltungsgebäuden eingesetzt. Sie müssen in dieser Funktion oftmals auch den Schallschutz gegenüber Außenlärmbelastungen gewährleisten. Im Gegensatz zu Lochfensterkonstruktionen, für die in DIN 4109 und Produktionsnorm EN 14351-1 einfache Tabellenverfahren zum Nachweis der Schalldämmung existieren, gibt es bei Vorhangsfassaden bislang noch kein solches Nachweisverfahren. In einem im Rahmen der Forschungsinitiative Zukunft Bau geförderten Forschungsvorhaben sollte im ift Rosenheim neben der Flankenschalldämmung auch die Luftschalldämmung von Vorhangsfassaden gegen Außenlärm untersucht werden. Über die Flankenschalldämmung dieser Konstruktionen wird in einem weiteren

Beitrag zu dieser DAGA berichtet werden. Da für die Luftschalldämmung von Vorhangsfassaden bereits viele Erkenntnisse aus Laborprüfungen vorliegen wurde die Analyse im Rahmen von Literaturrecherche sowie einer Auswertung bestehender Messdaten durchgeführt. In dem Forschungsvorhabens sollte dabei auch die Möglichkeit eines Tabellenverfahrens für die Schalldämmung dieser Konstruktionen geprüft werden. Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen in diesem Beitrag vorgestellt werden.

Do. 16:00 CAP3-HS2

Schallschutz gegen Außenlärm

Verkehrslärm im Rhein-Main-Gebiet: Willingness to pay für weniger Lärmbelastung

Kerstin Giering^a, Rainer Guski^b, Tobias Klein^a, Ulrich Möhler^c und Dirk Schreckenberg^d

^aHS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld; ^bRuhr-Universität Bochum;

^cMöhler + Partner Ingenieure AG; ^dZEUS GmbH

Im Rahmen des Arbeitspakets1 "Lärmbelästigung und Lebensqualität der Wohnbevölkerung" der NORAH-Studie wurde eine Befragung von 9.244 Bewohnern zur Zahlungsbereitschaft für Maßnahmen zur Verringerung des Verkehrslärms durchgeführt. Berücksichtigte Lärmquellen sind Flug-, Straßen- und Schienenverkehr. Die Zahlungsbereitschaft ("Willingness to pay" - WTP) wurde durch die Frage "Welchen Betrag sind Sie bereit, in den nächsten fünf Jahren für Lärmreduzierung monatlich zusätzlich an Wohnkosten zu zahlen?" für jede Lärmart erhoben. In der Datenanalyse wurden 6.700 gültige Antworten berücksichtigt. Für jeden Befragten war aus dem akustischen Datensatz der NORAH-Studie die individuelle Belastung je Verkehrslärmquelle bekannt, ebenso der individuelle Grad der quellenspezifischen Lärmelastigung gemäß ICBEN-Skala. Es wurde der Zusammenhang der WTP mit der Verkehrslärmelastigung sowie mit den Belästigungsaussagen analysiert. Die WTP-Angaben umfassten die große Spanne von 0 bis > 500 € pro Monat, mit einer Häufung bei bis zu 50 € pro Monat. Die WTP zeigte in Abhängigkeit zu den berechneten Lärmpegeln keinen (linearen) Zusammenhang. Für die WTP in Abhängigkeit von der Belästigung ("highly annoyed") konnte ein schwacher linearer Zusammenhang gefunden werden. Weiterhin wurde der Einfluss des Immobilieneigentumstatus auf die WTP untersucht. Auch Aspekte zur Umweltgerechtigkeit wurden betrachtet. Die in dieser Studie ermittelte WTP erlaubt keine direkte Interpretation als Zahlungsbereitschaft für eine weniger lärmelastete eigene Wohnung.

Sitzung „Lärmentstehung und Ausbreitung I“

Do. 9:00 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung I

Soundscape characterization of an urban park area and its surroundings using sound perception maps: a case study in AachenMargret Sibylle Engel^a, Carmella Pfaffenbach^b und Janina Fels^a^a Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen; ^b Geographisches Institut, RWTH Aachen

Noise mapping is an important tool that can help in the diagnosis of the sonic environmental health of urban areas, but the traditional noise mapping is not considering the perception response of residents and users of those areas. Sound perception mapping can improve and support the urban planning with indicating the areas that need assistance. It also demonstrates the expectations from residents and users of public spaces. The aim of this study is to show maps of sound perception and related noise control expectations in an urban park and its surroundings. It has been studied through subjective data collection via soundwalks and interviews with residents.

Do. 9:20 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung I

A Simple Model of the Far-Field Directivity of an Open Circular Pipe with a Hot FlowDrasko Masovic^a, Eugene Nijman^a, Jan Rejlek^a und Robert Höldrich^b^a Virtual Vehicle Research Center; ^b Kunsthochschule Graz, Inst. f. Elektronische Musik u. Akustik

Far-field sound radiation of an open unflanged semi-infinite circular pipe with a flow has been studied by many authors in the last decades. The most prominent analytical or semi-analytical solutions of the problem have only been derived for the much idealized case of a hot flow with a uniform profile. Moreover, the mathematical calculus behind these solutions is very involved and remains cumbersome for engineering applications. The main reasons for this are the complex interaction between acoustic waves and vortices, which are shed from the pipe's trailing edge, and altered sound propagation in the mixing region of the flow. This paper attempts to offer a simple model for assessment of the far-field radiation pattern of a pipe with a hot, low Mach number flow. It is based on an aeroacoustic wave equation and the estimation of different contributions of sound diffraction from the pipe edge, convection, and refraction on the resulting shape of the radiation pattern.

Do. 9:40 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung I

Untersuchung der Schallausbreitung einer definierten hochliegenden SchallquelleLasse Roeßler, Henning Busch und Bernd DörriesIngenieurbüro für Akustik Busch GmbH

Die Schallausbreitung hochliegender Schallquellen hat mit dem Ausbau der Windenergie und den immer höher werdenden Windenergieanlagen (WEA) an Bedeutung gewonnen. Die Schallausbreitung von WEA wird gemäß DIN ISO 9613-2 : 1999 - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien prognostiziert. Diese Norm ist bis zu einer mittleren Ausbreitungshöhe von 30 m definiert. Moderne WEA überschreiten diese Höhe z. T. deutlich. Es stellt sich daher die Frage, ob die o. g. Norm für die Schallausbreitung hochliegender Quellen geeignet ist, bzw. wie die Unsicherheit der berechneten Schallpegel von der Ausbreitungshöhe abhängt. Untersuchungen zur Schallausbreitung hoher WEA werden derzeit in Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Die Ergebnisse sollen in ein möglicherweise geändertes Berechnungsverfahren einfließen. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde die Schallausbreitung einer bekannten Schallquelle in verschiedenen Höhen vermessen. Dazu wurde ein vermessener Lautsprecher mit hoher Schallleistung am Servicekran einer WEA befestigt und in unterschiedlichen Höhen betrieben. Die Schallausbreitung wurde mit mehreren Mikrofonen in unterschiedlichen Abständen vermessen. Da bei geringen Fremdgeräuschen gemessen werden konnte, wurden Messpunkte in großen Entfernung zur WEA realisiert. Die Messergebnisse wurden statistisch ausgewertet. Begleitend wurden Schallausbreitungsberechnungen gemäß DIN ISO 9613-2 : 1999 durchgeführt. Die berechneten Schallpegel wurden mit den Messwerten verglichen.

Do. 10:00 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung I

Windenergieanlagen: AM bei Messungen an Einzelanlagen und WindparksSergio C. Martinez und Florian FennelTÜV Rheinland Energy GmbH

Bei Geräuschmessungen an Windenergieanlagen (WEA) werden unterschiedliche Verfahren angewandt. Im Nahbereich ist eine Messung im Freien mit Grenzflächenmikrofon vorgesehen. Im Fernbereich kann das Messmikrofon - mit geeignetem Sekundärwindschirm - auch ohne diese Eigenschaft im Freien aufgestellt werden. In beiden Fällen kann der Effekt der Amplitudenmodulation (AM) der WEA-Geräusche beobachtet werden. Das ist nur dann möglich wenn die Abtastfrequenz der Messdatenerfassung genügend hoch ist. Die üblichen Mittelungszeiten nach DIN EN 61400-11 oder anderen normativen Festlegungen betragen von 10 Sekunden bis zu 10-30 Minuten. Bei derartig geringen, effektiven Abtastfrequenzen kann der Effekt der AM weder erfasst noch dokumentiert werden. Nach den aktuellen Erfahrungen stellt gerade die AM einen

wichtigen Faktor zur Deutung des Ausmaßes der Belästigung durch Geräusche aus WEA dar. De facto sind sowohl die Größe der AM als auch das dazugehörige Pegelniveau von Bedeutung. Im Beitrag wird auf dieser Problematik in der Analyse von eigenen Messungen an einzelnen WEA und an Windparks eingegangen, bei denen AM im Detail mehrfach festgestellt wurde. Dabei wurden die Messungen mit ausreichender zeitlicher Auflösung durchgeführt. Es zeigt sich, dass in Ergänzung zu den normativen Festlegungen nach DIN EN 61400-11 weitere Hinweise zur Angabe der möglichen AM emissionseitig hilfreich wären.

Do. 10:40 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung I

Effizientes Ray Tracing in atmosphärischen Schallfeldern

Jens Mecking, Philipp Schäfer und Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Dieser Vortrag befasst sich mit der Schallausbreitung in der Atmosphäre, speziell der Troposphäre. Ein oft verwendetes Verfahren zur Schätzung von Schallausbreitungspfaden zwischen einer Quelle und einem Hörer ist das so genannte Ray Tracing. Anhand solcher geschätzten Pfade kann die Schallübertragung beschrieben werden. Dies findet z.B. Anwendung bei der Auralisierung virtueller Szenen. Anders als bei der Schallausbreitung in Räumen, kann die Atmosphäre nicht als homogenes Medium betrachtet werden. Hauptgründe dafür sind eine Variation der Schallgeschwindigkeit mit dem Ort und die Bewegung des Mediums (z.B. durch Wind). Diese Effekte führen zur Brechung und Translation des Schalls. Eine Direktschallverbindung, also ein gerader Ausbreitungspfad zwischen Quelle und Hörer, existiert im Allgemeinen nicht. Dies erschwert die Findung der Eigenrays - die Rays, die für die Hörerposition relevant sind - und macht die Berechnung der Übertragungspfade äußerst rechenaufwendig. In diesem Beitrag wird daher die Schallausbreitung in der Atmosphäre im Hinblick auf eine effiziente Simulation untersucht. Für die Hörerposition irrelevante Rays sollen frühzeitig erkannt und verworfen werden. Die Anzahl an effektiv verfolgten Rays wird dadurch verringert und die Rechenzeit deutlich gekürzt. Dies ist vor allem für spätere Anwendungen, wie eine Echtzeit-Auralisierung, von Bedeutung.

Do. 11:00 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung I

Schallemissionen in Gleisbögen - Abschätzung von Korrekturfaktoren für die Lärmprognoze

Thomas Maly^a, Heinz Hoislbauer^b, Florian Biebl^c und Günter Dinhobl^d

^a*Institut für Verkehrswissenschaften, Forschungsbereich Eisenbahnwesen, TU Wien;* ^b*TAS SV-GmbH, Linz (A);* ^c*psiacoustic Umweltforschung und Engineering GmbH;* ^d*ÖBB Infrastruktur AG*

In engen Gleisbögen können Schienenfahrzeuge tonale oder/und breitbandig hochfrequente Kurvengeräusche hervorrufen, welche für die betroffenen Anrainer eine besondere Lärmbelästigung darstellen. In einem

geförderten Projekt wurden die Auftrittshäufigkeiten dieser Geräuschkomponenten und deren Abhängigkeiten von wesentlichen Einflussfaktoren näher untersucht, sowie Korrekturfaktoren zur Lärmprogose abgeschätzt. Mittels infrastrukturseitiger Messungen durch das automatisierte Messsystem acramos® wurden Schallemissionen an repräsentativen Gleisbögen mit unterschiedlichen Radien (256m, 310m und 440m) sonst jedoch mit vergleichbaren Oberbaueigenschaften erfasst. Zur Auswertung der großen Anzahl an Vorbeifahrten (14213 Züge) wurde ein Algorithmus zur automatisierten Erkennung von auffälligen Geräuschkomponenten entwickelt. Dieser nutzt unbewertete Terzpegelzeitverläufe der Vorbeifahrten um breitbandige Erhöhungen (kennzeichnend für Spurkranzanlauf) und tonale Komponenten (kennzeichnend für Bogengeräusche verursacht durch lateralen Stick-Slip Effekt am Schienenkopf) zu identifizieren. Anhand dessen werden für die betrachteten Bogenradien, Zugkategorien und Geschwindigkeitsbereiche frequenzabhängige Korrekturfaktoren für akustisch auffällige Bogenfahrten abgeleitet. Dabei werden zwei verschiedene Ansätze verfolgt und deren Ergebnisse interpretiert: zum einen werden die mittleren längenbezogenen Schallleistungspegel von auffälligen und unauffälligen Fahrten einander direkt gegenüber gestellt. Zum anderen werden bei auffälligen Vorbeifahrten erkannte Bereiche erhöhter Schallemissionen in den Terzpegelzeitverläufen ausgeblendet und dadurch längenbezogene Schallleistungspegel derselben Vorbeifahrten ohne Auffälligkeiten näherungsweise bestimmt. Die mittleren Emissionen akustisch unauffälliger Vorbeifahrten, wie auch die ermittelten Korrekturfaktoren werden zudem mit Werten der ONR 305011 verglichen.

Sitzung „Lärmentstehung und Ausbreitung II“

Do. 14:20 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung II

Charakterisierung der Schallabstrahlung von Luft-Wasser-Wärme-Pumpen mittels simultaner Hitzdrahtanemometrie, Vibrationsmessung und Schalldruckbestimmung

Felix Linhardt^a, Karoline Alten^b, Johann Emhofer^a, Christian Köfinger^a, Thomas Fleckl^a, Peter Wimberger^a, Martin Gröschl^c und Christoph Reichl^a

^aAIT Austrian Institute of Technology GmbH, Energy Department; ^bAIT Austrian Institute of Technology GmbH, Mobility Department; ^c TU Wien, Institut für Angewandte Physik

Am Beispiel einer Luft-Wasser-Wärmepumpe wurde die gleichzeitige Messung von punktuellen Strömungsgeschwindigkeiten, Vibratiorien und orts- und frequenzauflöste Schalldruckpegeln zur spektralen Charakterisierung herangezogen. Die Messungen wurden in einer akustisch optimierten Klimakammer durchgeführt, um auch die transientes Vorgänge bei der Vereisung des Verdampfers beobachten zu können. Dabei wurde die Strömung lokal mittels eines Hitzdrahtanemometers bestimmt, das nach Applikation einer nichtlinearen Kalibrierung eine

Analyse der Strömungsgeschwindigkeiten sowie der Turbulenzspektren ermöglichte. Die Vibrationen wurden durch piezoelektrische Schwingbeschleunigungssensoren erfasst, die mittels Magnethalterungen an den maßgeblich schwingenden Komponenten der Wärmepumpe montiert waren. Aufgrund ihres geringen Gewichts von nur 54g und ihrem breiten Frequenzbereich (0.1 - 4800 Hz) eigneten sie sich gut für derartige Schwingungsmessungen ohne eine rückkoppelnde Wirkung auf das Messobjekt auszuüben. Im Postprocessing wurden die mit 5120 Hz abgetasteten Daten integriert, um die Schwingschnelle für die weitere Berechnungsschritte zu erhalten. Die Messung der Schalldruckpegel erfolgte ortsaufgelöst mittels 1/2 Zoll Klasse 1 Messmikrofonen. Neben der herkömmlichen Charakterisierung durch Vergleich von Schwingungs-, Strömungsturbulenz- und Schalldruckspektren wurde durch die zeitgleiche Messung der Signale eine zusätzliche zeitliche Korrelation der Signale möglich, die weitere Rückschlüsse auf die Signalzusammenhänge ermöglicht. Das Projekt SilentAirHP wird im Rahmen des Energieforschungsprogramms des Klimaenergiefonds (5148527) in einer Initiative des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert.

Do. 14:40 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung II

Aktive Störschallunterdrückung für Wärmepumpenanwendungen

Norbert Schmiedbauer^a, Johann Emhofer^a, Christian Köfinger^a, Peter Wimberger^a, Thomas Fleckl^a, Martin Gröschl^b und Christoph Reichl^a

^aAIT Austrian Institute of Technology GmbH, Energy Department; ^bTU Wien, Institut für Angewandte Physik

Aktive Störschallunterdrückung (Active Noise Cancelling, ANC) wird im Rahmen des Forschungsprojektes SilentAirHP als eine Möglichkeit untersucht, die Geräuschentwicklung von Luft-Wasser-Wärmepumpensystemen zu verringern beziehungsweise zu verändern. Diese Methode wird in Kopfhörern, aber auch in der Flugzeug- und Automobilindustrie erfolgreich eingesetzt. Aufgrund der Verfügbarkeit schneller Prozessoren ist eine Beeinflussung des Schallspektrums durch Einbau von Lautsprechern und Berechnung von Gegenschallsignalen möglich. Die Signalauslösung ist dabei nicht perfekt und hängt zusätzlich vom Ort des Beobachters ab. Während die Methode in langen Kanälen, die eine näherungsweise eindimensionale Schallausbreitung ermöglichen, gute Schallreduktionen zeigt, ist die Anwendung in größeren Volumina mit mehrdimensionaler Schallausbreitungscharakteristik schwierig. Aufgrund baulicher Restriktionen sind derartige Szenarien in der Realität aber nur schwer vermeidbar. Im Rahmen der Arbeit werden unterschiedliche Optionen vorgestellt und analysiert, ANC für Wärmepumpensysteme zu realisieren. Die Temperaturabhängigkeit des Active Noise Cancelling Testaufbaus wurde in akustisch optimierten Klimakammern untersucht. Dies ist wichtig, da vor allem die Vereisung von Komponenten einen Einfluss auf die abgestrahlten Schallspektren und je nach Typ der

Wärmepumpe auf die Drehzahl des Ventilators hat und das ANC System dementsprechend reagieren muss. Das Projekt SilentAirHP wird im Rahmen des Energieforschungsprogramms des Klimaenergiefonds (5148527) in einer Initiative des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert.

Do. 15:00 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung II

SilentAirHP - Analyse und Entwicklung von Schallreduktionsverfahren für Luft-Wasser-Wärmepumpen

Christoph Reichl, Johann Emhofer, Peter Wimberger, Norbert Schmiedbauer, Felix Linhardt, Elisabeth Wasinger, Christian Köfinger und Thomas Fleckl

AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Energy Department

Luft-Wasser-Wärmepumpen werden immer häufiger für Heizen und Kühlen eingesetzt. Ihren Vorteilen des geringen Platzbedarfs und der niedrigen Investitionskosten steht - je nach Aufstellung und Typ der Installation - die Geräuschenwicklung der Systeme entgegen. Dabei kann es bei transienten Prozessen (zunehmende Vereisung, Enteisungsmaßnahmen) zu auffallenden Emissionen kommen. Das österreichische Forschungsprojekt SilentAirHP zielt darauf ab, fortschrittliche numerische und experimentelle Methoden zur quantitativen Bewertung schallreduzierender Maßnahmen für diese Wärmepumpen zu entwickeln. Die Analysen basieren auf orts-, frequenz-, und zeitaufgelösten 64 Kanal Schalldruckdaten mit einem zylindrischen akustischen Messgitter (acoustic dome) sowie auf Messdaten einer akustischen Kamera in Kombination mit einer Thermokamera zur temperaturabhängigen Visualisierung der Schallquellen. Dazu wird ein Wärmepumpenprototyp mit austauschbaren Komponenten und Schallreduktionsmaßnahmen aufgebaut. Neben passiven Maßnahmen kommt dabei auch Active Noise Cancelling zum Einsatz. Die Messergebnisse werden in Folge mit Schallausbreitungsmodellen verknüpft, die den Einfluss der Platzierung von Wärmepumpen in einem Siedlungsgebiet auf die Schalldrücke an sensiblen Wohnbereichen in Gebäuden unter Berücksichtigung psychoakustischer Größen analysieren. Abschließend wird ein Proposal "Acoustic Signature of Heat Pumps" für einen Annex im Rahmen des Heat Pump Programs der International Energie Agentur vorgestellt. Das Projekt SilentAirHP wird im Rahmen des Energieforschungsprogramms des Klimaenergiefonds (5148527) in einer Initiative des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert.

Do. 15:20 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung II

Ausbreitungsdämpfung durch periodische Strukturen am Boden

Wolfram Bartolomaeus und Michael Chudalla

Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach

Mit periodischen Strukturen im Ausbreitungsweg von Schallwellen ist es möglich, Einfluss auf das Schallfeld zu nehmen. Im Vergleich zur unbeeinflussten Ausbreitung können Pegelerhöhungen oder -minderungen erzielt werden. In der Betrachtung mit Schallstrahlen kann es zu einer "Richtungsänderung" kommen. Diese Effekte sind frequenzabhängig und können über die Abmessungen der Strukturen "eingestellt" werden. Die theoretischen Hintergründe werden in dieser Untersuchung betrachtet. Dazu wurden analytische Berechnungen an linear angeordneten Streukörpern durchgeführt. Diese Betrachtung führt auf die Struktur von eindimensionalen phononischen Kristalle mit entsprechenden Dispersionserscheinungen über die dann deren Transmission und Reflexion beeinflusst werden kann.

Do. 15:40 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung II

Passive Reduktion der Schallabstrahlung von Oberflächen durch Anwendung von MetamaterialstrukturenPeter Schrader^a, Fabian Duvigneau^b, Hermann Rottengruber^a und Ulrich Gabbert^b^a *Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Lehrstuhl EMA;* ^b *Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Institut für Mechanik (IFME)*

Der Betrieb moderner Automobile muss sich nicht nur durch einen geringen Verbrauch und die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Schadstoffemissions-Grenzwerte durch den Motor auszeichnen, sondern ebenfalls durch niedrige Lärmemission bei gleichzeitig geforderter geringer Fahrzeugmasse. Der Einsatz von Dämmwerkstoffen im Automobilbereich verlangt daher eine möglichst hohe Schallabsorptionsfähigkeit bei zugleich geringer Zusatzmasse. In dieser Untersuchung wird dieses Ziel durch das Verstärken von Mechanismen angestrebt, die bereits in einfachen Dämmwerkstoffen zur Minderung des transmittierten Schalls beitragen, sowie durch die Nutzung bekannter Mechanismen zur Erhöhung der inneren Schallreflexion und -dissipation. Es werden akustische Metamaterial-Konzepte und leichte Materialstrukturen zur Lärmreduktion an einfachen Dämmmaterialien angewendet und mit ihnen kombiniert. Zum einen werden Masse-Feder-Dämpfer-Resonanzsysteme erzeugt, welche die Schwingungsenergiedissipation im Materialinneren erhöhen. Zum anderen werden die gleichen Kunststoffschäume in einem zweiten Schritt mit Membranstrukturen versehen, die erstens Resonanzeffekte nutzbar machen, die bereits an Membran-Metamaterialien nachgewiesen wurden, und zweitens an Perforationen Schallenergiedissipation hervorrufen und den Mechanismus des akustischen Kurzschlusses nutzen. Die Geräuschreduktion durch die Materialprototypen wird sowohl numerisch als auch experimentell in einem

praxisnahen Freifeldraum-Versuch untersucht und mit dem akustischen Effekt eines einfachen Kunststoffschaums verglichen.

Do. 16:00 CAP3-HS3

Lärmentstehung und Ausbreitung II

Vegetationsabhängige Abschirmwirkung von Wäldern - Messtechnische Verifizierung eines akustisch-meteorologischen Modells

H.-J. Ederer^a, Astrid Ziemann^b und Uwe Wollmann^c

^a*Akustik Bureau Dresden, Ingenieurgesellschaft mbH;* ^b*TU Dresden, Professur Meteorologie;* ^c*Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie*

Für den Lärmschutz an vielbefahrenen Straßen- und Schienenverkehrswegen gewinnen Waldgebiete eine zunehmende Bedeutung. Die Übertragbarkeit bisheriger Studienergebnisse auf konkrete Anwendungsfälle im Immissionsschutz ist jedoch nur eingeschränkt möglich. Eine Ursache hierfür besteht darin, dass die Schallausbreitung von einer Vielzahl an Faktoren bestimmt wird. Abhängig von den Eigenschaften der Schallquelle, deren Abstand zum Immissionsort und den Umgebungsbedingungen können unterschiedliche Effekte wie z.B. Bodeneinfluss, vegetationsspezifische Durchgangsdämpfung und Luftabsorption dominieren. Ein Ziel der Arbeit war es, den meteorologischen Einfluss auf die akustische Abschirmwirkung von Waldgebieten mit einer typischen Ausdehnung von 200 m zu quantifizieren. Die meteorologischen und akustischen Messergebnisse dieser und vorangegangener Studien ergeben eine umfangreiche Datenbank zur Abschirmwirkung von Waldgebieten. Die Messungen in verschiedenen Jahreszeiten quantifizieren den meteorologischen Einfluss auf die schalldämpfende Wirkung von Wald und auf die Schalldämpfung in unterschiedlichen Entfernung vom Waldgebiet. Damit wurden der Wertebereich und weitere statistische Kenngrößen der akustischen Abschirmwirkung in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen bestimmt. Im Ergebnis der durchgeführten Messungen werden neue Abschirmwirkungen für Waldgebiete genannt. Dabei sind der ermittelte Einfluss der Jahreszeit bzw. Wetterbedingungen auf die Walddämpfung größer als der Einfluss der Vegetationsart (Nadel- oder Laubwald). Im Bericht werden Empfehlungen für eine schallschutzgerechte Planung von Waldgebieten genannt.

Sitzung „Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I“

Do. 8:40 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I

Analyzing Underwater Radiated Noise of a 3600 TEU ContainershipMax Schuster^a, Dietrich Wittekind^a und Lars Greitsch^b^a DW-ShipConsult GmbH; ^b MMG, Waren

While anthropogenic underwater noise rises on the agenda of environment stakeholders and regulating bodies there is a lack of solid information on the noise generating mechanisms and possible mitigation measures. This concerns in particular the main contribution from commercial shipping. This paper reports on a comprehensive research program to analyze propeller generated noise of a containership. Propeller noise was directly measured on board by hydrophones mounted above the propeller in different operating conditions. The ship has also been measured during its passage through the English Channel under similar conditions as a far field measurement. The results compare favorably. They cast further light on the role of broad band low frequency noise from cavitation and its speed dependence but also new questions arise. In a next step noise is measured in model scale in a cavitation tunnel. For the ongoing program a newly developed towed hydrophone system will be used to measure propeller noise directly from the ship to cover more operating conditions. Further measurements are planned with a sister ship equipped with a different propeller design.

Do. 9:00 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I

Zum Unterwasserlärm von modernen Handelsschiffen: Richtcharakteristiken und LärmpegelMartin Gaßmann, Sean M. Wiggins und John A. Hildebrand*Scripps Institution of Oceanography*

Merchant ships radiate underwater sound as an unintended by-product of their operation and as consequence contribute significantly to low-frequency, man-made noise in the ocean. To opportunistically study the underwater noise of modern merchant ships that were tracked by the Automatic Identification System (AIS), an array of seven high-frequency acoustic recording packages (HARPs) with a sampling frequency of 200 kHz was deployed in a primary outgoing shipping lane for the port of Los Angeles and Long Beach. The vertical and horizontal aperture of the array allowed for starboard and portside measurements at all nominal hydrophone depths that are required by the international standard ISO 17208-1:2016, in addition to measurements taken at keel aspect. Based on these underwater noise measurements, radiation patterns and source levels of modern merchant ships were estimated for different speeds, drafts, tonnages and ship types.

Do. 9:20 OS40-14Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I**Fragliche hydroakustische Messgenauigkeit von Schiffen**Stefan Schäl*Wehrtechnische Dienststelle 71, Akustik Zentrum*

Der Betrieb von Schiffen und Booten beeinflusst die unmittelbare maritime Umwelt in unterschiedlichen Ausprägungen. Mögliche Reduzierungen und deren Nachweise werden zunehmend je nach Zielaspekten gefordert. Die abgestrahlten Unterwassergeräusche werden an entsprechenden Messstellen aufgezeichnet. Die WTD 71 verfügt in Deutschland über die einzige Messstelle für Wasserschall von Schiffen und Booten. Erfahrungen aus verschiedenen Messkampagnen an verschiedenen Vermessungsorten zeigen Variationen der Ergebnisse in Abhängigkeit von mehreren Einflussfaktoren. Die Festlegung von Grenzwerten für zukünftige Projekte sollte entsprechend diese Faktoren in der Nachweisführung berücksichtigen. In der Präsentation werden anhand von Messergebnissen aus Tiefwasser- und Flachwasservermessungen beispielhaft diese Parameter erläutert.

Do. 9:40 OS40-14Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I**Predicting Pass-by Underwater Noise Radiation**Arthur Henry^a, Anton Homm^b und Arnaud Caillet^c^a*ESI Group*; ^b*Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG*; ^c*ESI 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 and deep water. The main sources of underwater noise generated are the vibration of the hull due to the excitation from the main engines, the gearboxes and the noise generated by the propellers. The objective of this study is to assess the feasibility of creating a numerical model to predict the underwater noise at 20m depth (at the sea floor) when a ship is passing by at the surface. FEM (Finite Element Method) and BEM are used to predict the sea floor noise levels for different configurations. This study focuses on the noise generated by the hull from a shaker excitation. The Simulation results are directly compared to pass-by tests of the ship.

Do. 10:00 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I

Zerlegung simultan gemessener Körperschall- und Wasserschall-daten in unabhängige KomponentenAndreas Galka^a, Jan Abshagen^b, Arne Stoltenberg^b und Volkmar Nejedl^b^a*Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; b Wehrtechn. Dienststelle 71*

Die Modellierung des Zusammenhangs zwischen Körperschall und Wasserschall bei Überwasserschiffen wird, unter anderem, dadurch erschwert, daß beide Signale Anteile enthalten können, die nicht mit dem jeweils anderen Signal gekoppelt sind. Wir stellen eine Methodik vor, um simultan gemessene Körperschall- und Wasserschalldaten jeweils in einen Satz unabhängiger Komponenten zu zerlegen, deren Kreuzkorrelationen dann in einem zweiten Schritt analysiert werden können. Da Körperschall in hohem Maße vom Ort der Messung im Schiff abhängig ist, können jeweils nur am selben Ort gemessene Körperschalldaten in unabhängige Komponenten zerlegt werden; die Folge ist, daß die Invertierung von den Daten zu den unabhängigen Komponenten hochgradig unterdeterminiert ist. Dieses Problem kann mit einem Zustandsraum-Ansatz durch Kalman-Filterung gelöst werden. Erste Ergebnisse an Daten, die an FS PLANET in tiefem Wasser gemessen wurden, werden vorgestellt.

Do. 10:20 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I

Ship Parameter Extraction System Using Passive Acoustic ApproachAmmar Aljuhne^a, Axel Hahn^a und Oliver Zielinski^b^a*CvO Universität Oldenburg/Department für Informatik; b Institute for Chemistry and Biology of the Marine Environment, Wilhelmshaven*

Underwater passive acoustics have been used over decades in both military and civil applications. A major field in this domain is the target recognition, where the radiated noise plays an essential role for the extraction of source noise characteristics. This paper proposes a conceptual acoustic system to be integrated with LABSKAUS, a physical test-bed for new technologies in the eMaritime and eNavigation domains. The Ship Parameter Extraction System (SPES) will be designed to provide information about the maneuvering parameters of sailing vessels. These parameters, such as the propeller rotation speed, acceleration, number of blades and the rudder angle, are essential inputs in several research topics for both navigation safety and environmental protection. We present two phases for developing SPES together with a brief description of the future processing analysis strategy. The first phase includes detailed description of an initial experiment designed for gathering the necessary data to build the system internal processing blocks. The second phase proposes a long term deployment and real time monitoring capability. The elementary data from the first phase promisingly shows a typical

ship acoustic spectrum and noticeable correlations between the maneuvering parameters and the received sound level which encourages further analysis to be done.

Do. 10:40 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I

Adaptives Beamforming - Methoden zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Passivsonaren

Gunnar Zindel und Martin Meister

Wärtsilä ELAC Nautik

Moderne U-Boote werden durch verschiedene neuartige Technologien zunehmend geräuschärmer. Daher ist ein anderes U-Boot häufig die beste Möglichkeit, ein unbekanntes U-Boot aufzuspüren. Um auf Basis von vorhandenen Empfangsantennenarrays eine Detektion mit einer gleichzeitigen Schätzung des Einfallswinkels des detektierten Signals durchzuführen, wird klassischerweise Delay- und Sum- Beamforming eingesetzt.

Durch adaptive Verfahren kann die Leistungsfähigkeit des Detektors gesteigert werden. Die Nutzung adaptiver Verfahren erfordert allerdings einen deutlich größeren Rechenaufwand und somit einen erhöhten Platzbedarf und auch einen höheren Energieverbrauch. In einem U-Boot sind aber sowohl der zur Verfügung stehende Platz als auch die nutzbare Energie begrenzt. Durch moderne Prozessoren mit immer größerer Rechenleistung auf kleinem Raum ist die Umsetzung von robusten und leistungsfähigen adaptiven Beamforming-Algorithmen mittlerweile auch realisierbar.

Adaptive Beamformingverfahren können, korrekt eingesetzt, die Leistungsfähigkeit eines Systems mit Hinblick auf Rauschreduzierung, Peilungsauflösung und Signaltrennung verbessern, wobei der Unterschied zu konventionellen Beamforming-Verfahren stark vom akustischen Szenario abhängt.

Es wird ein verständlicher Überblick über das grundsätzliche Prinzip adaptiver Verfahren im Beamforming gegeben. Zudem werden Ergebnisse in verschiedenen Szenarien unter Nutzung der implementierten adaptiven Verfahren im Vergleich mit den Ergebnissen eines konventionellen Beamformers gezeigt.

Do. 11:00 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren I

Numerische Simulation von Synthetic Aperture Sonar

Jan Ehrlich und Holger Schmaljohann

Wehrtechnische Dienststelle 71

Sonar mit synthetischer Apertur bietet im Vergleich zu herkömmlichen Seitensichtsonar eine deutlich höhere Auflösung, da die effektive Breite der Auflösungszellen nicht durch die Frequenz, sondern nur die Länge der Antenne bestimmt wird. Mit kurzen Antennen kann somit eine hohe Auflösung erreicht werden. Deswegen wird dieses Prinzip für abbildende Anwendungen wie etwa Minenjagd zunehmend verwendet. Die Auswertung nach dem Synthetic Aperture Verfahren ist jedoch sehr anfällig

gegenüber Mehrwegeausbreitung, die die Kohärenz der Daten zerstört. Die Stärke der Mehrwegeausbreitung wird durch die Umgebungsparameter bestimmt und kann numerisch mit Schallausbreitungssimulationen mittels Ray-Tracing modelliert werden. Es werden Aufnahmen von einem Synthetic Aperture Sonar auf einem autonomen Unterwasserfahrzeug SeaOtter MkII und dazu passende numerische Simulationen vorgestellt. Die Daten stammen von einem mittelfrequenten und einem tieffrequenten Sonar auf dem Unterwasserfahrzeug. Die gemessenen und die simulierten Daten für traditionale Seitensichtsonar Verarbeitung und für synthetische Apertur werden miteinander und mit der Simulation verglichen.

Sitzung „Schiffsakustik und Sonar-Verfahren II“

Do. 14:20 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren II

Untersuchungen von Merkmalen von Kontakten zur Zielverfolgung von Kleinzielen

Dietmar Stiller

Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG

Schiffe und Einrichtungen in Häfen können durch Angreifer aus dem Unterwasserbereich bedroht werden. Mögliche Angreifer sind z.B. Taucher, die in diesem Zusammenhang als Kleinziele gelten und geortet werden sollen. In diesen Untersuchungen folgt nach der Detektion eine Analyse der Kontakte, die auch zur Zielverfolgung verwendet werden. Merkmale werden aus den Kontakten ermittelt und fließen in die Zielverfolgungsalgorithmen ein, um das Track-Ergebnis zu verbessern.

Do. 14:40 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren II

Fortsetzung der Tiefwassermessungen zum Zielmaß von Testkörpern

Edgar Schmidtke

Wehrtechnische Dienststelle 71, FWG

In den Jahren 2014 und 2015 wurde auf der DAGA über Zielmaßmessungen von Testkörpern, sowohl im flachen als auch im tiefen Wasser, berichtet. Die Auswertung der Daten konnte nicht alle Fragen - vor allem nicht im tieffrequenten Bereich unter 3 kHz - klären. Im Herbst 2016 konnte eine weitere Messkampagne mit dem Forschungsschiff FS PLANET im norwegischen Bokna-Fjord nahe Stavanger durchgeführt werden, bei der der Bereich tiefer Frequenzen eingehender untersucht werden konnte. Dabei wurden sowohl bekannte Testkörper als auch neue zylindrische Testkörper und auch neue Versuchsgeometrien erfolgreich untersucht. Diese Experimente konnten wieder bei Wassertiefen von etwa 300 m durchgeführt werden, wobei der Versuchsaufbau auf eine Tiefe von etwa 100 m abgesenkt wurde. Die verschiedenen Versuchsanordnungen und erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Do. 15:00 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren II

Akustische Modellierung eines RingwandlersIngo Schäfer^a und Ralf Burgschweiger^b

^a Wehrtechnische Dienststelle 71; ^b Beuth Hochschule für Technik Berlin
Unter Wasser werden zur Schallabstrahlung akustische Wandler eingesetzt. Verschiedene Bauformen werden für unterschiedliche Zwecke eingesetzt. Der in dieser Präsentation vorgestellte Ringwandler soll für niedrige Frequenzen in einem Bereich von ein bis drei kHz untersucht werden. Ein Ringwandler dieser Bauart wurde akustisch und elektrisch vermessen, so dass frequenzabhängig Richtcharakteristik und Leistungsabgabe bekannt sind. Mit Hilfe einer Finite-Elemente-Berechnung kann nun prognostiziert werden, wie sich die Schallabstrahlung bei gleichzeitiger Verwendung von zwei oder drei Wählern verändert. Zusätzlich wird in dieser Arbeit ermittelt, welchen Einfluss eine Aufnahmeeinrichtung aus Stahl auf die Schallabstrahlung besitzt. Mit Hilfe der Simulationsrechnungen kann prognostiziert werden, bei welcher Tiefe ein problemfreier Einsatz der Wandler auf der Aufnahmeeinrichtung bei Maximalleistung möglich ist. So können Beschädigungen vermieden werden.

Do. 15:20 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren II

Echoklassifizierung für AktivsonareMatthias Buß^a, Stephan Benen^b und Dieter Kraus^c

^a Bergische Universität Wuppertal; ^b Atlas Elektronik GmbH; ^c City University of Applied Sciences, Bremen

Für eine Vielzahl von Anwendungen im Aktivsonarbereich besteht der Wunsch nach vollautomatisch arbeitenden Sensoren, die Ziele ohne manuelle Unterstützung zuverlässig detektieren. Eine besondere Herausforderung ist hierbei das gleichzeitige Erzielen einer geringen Falschalarmsrate, die sich nur mit speziell optimierten Signalverarbeitungsverfahren erfüllen lässt.

In den zurzeit üblichen Aktivsonarsignalverarbeitungen wird in der Regel lediglich das Signal-zu-Rauschverhältnis und ggf. der Doppler der Echos für die Detektion genutzt. Der hier verfolgte Ansatz zum Erreichen der geringen Falschalarmsrate besteht darin, weitere Merkmale der Echos zu extrahieren und anhand dieser eine Erkennung und damit Reduktion von Falschechos zu ermöglichen.

In diesem Vortrag werden Ergebnisse aus Versuchen zur aktiven Tauerdetektion, die mit dem Sonar "Cerberus" der Firma "ATLAS ELEKTRONIK UK" in Zusammenarbeit mit der WTD71 durchgeführt wurden, präsentiert. Es werden zunächst geeignete Merkmale der Echos und Analysen ihrer Eignung zur Trennung von Ziel- und Falschechos vorgestellt. In einem weiteren Schritt erfolgt die Kombination der Merkmale durch Trainieren eines Klassifikators. Die Performance des trainierten Klassifikators hinsichtlich seiner Eignung zur Falschalarmsreduktion wird

anhand von Receiver-Operating-Characteristic-Kurven dargestellt. Hierbei wird insbesondere auf die Robustheit eingegangen, indem der Klassifikator auf unterschiedliche Datensätze angewendet wird.

Do. 15:40 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren II

Transmission Pattern Optimization for Sonar Antennas that suffer under Mutual Transducer Interactions

Christoph Zimmer^a, Nils Theuerkau^b und Dieter Kraus^c

^a*Bergische Universität Wuppertal*; ^b*Atlas Elektronik GmbH*; ^c*City University of Applied Sciences, Bremen*

To achieve a desired steering direction or beam widths transmit antennas in sonar applications usually apply an optimized amplitude and time-delay or phase shading to the individual transducers. In the calculation of the shading parameters the different transducers are usually assumed as independent. Nevertheless in certain applications, especially if neighboring transducers are spatially close together, the increased interaction results in undesired performance degradations. Hence the aim is to include the interaction of the neighbors into the modeling of the transducer output. In this paper the electrical and acoustical behavior of a transducer is described by an N-gate. Here the acoustical output of a single transducer is not only depending on its electrical input but also on the acoustical impacts caused by the adjacent transducers in the antenna. These are modeled by mutual interaction impedances, which are identified by measurements using a test setup and are incorporated into the determination of the antenna beam pattern. For different example patterns the optimal shading parameters are then calculated by exploiting numerical optimization techniques. To evaluate the influence of the mutual interaction effect, finally, different setups containing the mutual interaction impedance are compared by assessing the performance degradation of the transmit patterns.

Do. 16:00 OS40-14

Schiffsakustik und Sonar-Verfahren II

Körperschalloptimierung eines militärischen Echolotes für U-Boote

Sten Böhme

Wärtsilä ELAC Nautik

In den letzten Jahrzehnten ist die Leistungsfähigkeit der SONAR - Anlagen für die U-Boot-Jagd gestiegen. Dies führt wiederum zu erhöhten Anforderungen hinsichtlich der Reduktion der Geräuschsignatur bei U-Booten. Im Wesentlichen sind dabei technische Anlagen betroffen, die Körperschall in die U-Bootsstruktur einbringen. Durch unterschiedliche Übertragungswege kann dieser als abgestrahlter Wasserschall zu der Geräuschsignatur beitragen. Deshalb werden für die meisten technischen Geräte Körperschallgrenzkurven definiert, die nicht überschritten

werden sollen. Solche Grenzwerte gelten auch für militärische Echolot-Anlagen. Ein typisches System für U-Boote besteht aus elektroakustischen Wählern, Druckkörperdurchführungen, Anschlusskästen und einer Sende- Empfangs- und Bedieneinheit (SEB). In der SEB sind mehrere Lüfter im Netzteil und im Gehäuse verbaut. Sie sind die primären Körperschallerzeuger. In diesem Beitrag wird die Optimierung einer bestehenden Bedieneinheit hinsichtlich Körperschall erläutert, dabei wird unter anderem auf die getroffenen Entkopplungsmaßnahmen für das Netzteil und die damit erzielten Körperschallreduktionen eingegangen. Der Einfluss technischer Anforderungen für Geräte auf militärischen Schiffen wie Schockbelastungen und Temperaturbereiche wird ebenfalls beschrieben.

Sitzung „Binauraltechnik“

Do. 8:40 OS40-201

Binauraltechnik

Controlling the Head Position during individual HRTF Measurements and its Effect on Accuracy

Florian Denk, Jan Heeren, Stephan D. Ewert, Birger Kollmeier und Stephan Ernst

CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all'

The head-related transfer function (HRTF) describes the incident direction and frequency dependent representation of sound at the eardrum of a listener, caused by effects of the specific outer ear, head and torso. When measuring such transfer functions in individuals, the incident direction may change dynamically due to unconscious movements of the subject, causing errors in the data. This deviation is particularly critical when successive measurements, e.g. transfer functions obtained at various recording points in the ear, are compared. In the context of such an experiment examining the input characteristics of different hearing system prototypes, a new head positioning control method has been developed. The approach provides visual feedback on changes in the head position recorded using a head-tracker. An intuitive graphical display allows interactive alignment of the head to a previously defined reference position in all degrees of freedom. Results on the achievable head positioning accuracy on different time scales are presented, comparing conditions with and without different (additional) supporting measures for the subjects, which demonstrate a benefit of including the visual feedback. Furthermore, the influence of small head orientation deviations on resulting transfer functions is discussed based on data from repeated HRTF measurements utilizing the new control approach.

Do. 9:00 OS40-201

Binauraltechnik

Influence of continuous subject rotation during HRTF measurementsJan-Gerrit Richter und Janina Fels*Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen*

Loudspeaker arrays which will measure multiple directions of a Head Related Transfer Functions (HRTFs) in a reduced time have been in use for some time. One such system was developed at the Institute of Technical Acoustics, RWTH Aachen University and is used and evaluated in this paper. Usually the subject is rotated by some angle, stops and waits for the measurement signal to complete before moving to the next measurement angle. It was shown that with this static approach a comparable frequency result to a traditional measurement could be achieved.

To further reduce the measurement time a slow continuous subject rotation can be used instead. While this rotation will violate LTI (linear, time-invariant) requirements of the commonly used signal processing, the influence is assumed to be negligible. As the subject is rotating during the measurement sweep, different azimuth angles are measured per frequency. This frequency dependent offset in the measurement positions has to be corrected during the post processing. To this end a spherical harmonic decomposition and reconstruction is applied as an interpolation method.

To objectively quantify the influence of the rotation and the subsequent post processing, a comparison between statically and continuously measured objects is shown in this paper.

Do. 9:20 OS40-201

Binauraltechnik

Auditory distance perception in virtual acoustic environments using binaural technology and simulated room acousticsFlorian Pausch und Janina Fels*Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen*

Auditory distance perception plays an important role in the perception a room by determining the position of sound sources and helps to avoid obstacles in everyday life. It is well known that acoustic cues like the decrease in sound pressure level, the direct-to-reverberant ratio, spectral modifications due to dissipation as well as binaural cues contribute to the apparent distance estimate. Although the combination of binaural technology and advanced room acoustic simulations allow for a plausible recreation of indoor environments it is unclear how accurate sound source distance can be reproduced. In the current study, auditory distance perception is investigated with normal-hearing adults using measured and simulated binaural room impulse responses to generate virtual sound sources at different distances. The experiment is conducted in a non-anechoic listening environment and compares binaural reproduction over loudspeakers and headphones. Finally, the perceptual results are linked to the acoustic cue characteristics.

Do. 9:40 OS40-201

Binauraltechnik

Synthetic Reflections for Binaural Rendering using Sound Field Analysis

Philipp Stade und Johannes M. Arend

Technische Hochschule Köln

In the field of virtual audio, measured binaural room impulse responses (BRIRs) are used for the auralization of acoustical environments applying binaural synthesis. Depending on the application, it can be desirable to scale down the resolution of the BRIRs and thus reduce computational effort and the amount of data. In this paper, a new approach for the synthesis of BRIRs based on sound field analysis is presented. Combining spherical microphone array measurements with sound field decomposition techniques, it is possible to identify reflections in the measured data and to compute directional room impulse responses for arbitrary directions. This allows for a parametric description of the acoustical environment. In the implementation of the approach, a reflection pattern of the room is obtained and directional room impulse responses are calculated to create absorption filters for each reflection. Combining full spherical head related impulse responses (HRIRs) with a parametric description, a synthetic BRIR is generated which can be used for auralization purposes. The underlying parametric model and the signal processing are explained and BRIRs with synthetic reflections are compared to the measured counterparts.

Sitzung „Erfassung, Synthese und Wahrnehmung von dynamischen akustischen Szenen“

Do. 10:00 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Time-Domain Realisations of 2.5-Dimensional Local Sound Field Synthesis

Fiete Winter und Sascha Spors

Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik

Sound Field Synthesis aims at a physically accurate synthesis of a desired sound field inside an extended listening area. Its accuracy is mainly limited by the finite number of employed loudspeakers. Local sound field synthesis increases this accuracy inside a limited target region while stronger artefacts outside are permitted. In the past, several methods for Local Sound Field Synthesis have been proposed while their actual real-time implementation has not been tackled. This paper proposes time-domain realisations for selected techniques and compares them with regard to practicability and computational complexity. Hereby, dynamic aspects like e.g. moving sound sources and a moving target region are considered. Realisations of conventional Sound Field Synthesis techniques such as Wave Field Synthesis and Near-Field-Compensated Higher Order Ambisonics are included in the analyses for comparison.

Do. 10:20 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Evaluating a Loudspeaker-Based Virtual Sound Environment using Speech-on-Speech MaskingAxel Ahrens, Marton Marschall und Torsten Dau*Hearing Systems Group, Technical University of Denmark*

Virtual sound environments (VSEs) are emerging as a versatile tool for studying human auditory perception in cocktail-party-like scenarios. To evaluate the applicability of a loudspeaker-based VSE for audiological research, speech reception thresholds (SRTs) were measured using the Danish matrix sentence test Dantale II. SRTs were measured in a typical listening room with an on-axis target talker and two interfering talkers, either co-located with the target, or $\pm 30^\circ$ off-axis. The experiment was repeated in a 64-channel loudspeaker array using 3 reproduction strategies: simulated room acoustics with (i) mixed-order-ambisonics (MOA) playback, (ii) a nearest-loudspeaker mapping (NLM); or (iii) room impulse responses measured with a spherical microphone array. SRTs of about 3 dB target-to-masker-ratio were found in the co-located condition for all reproduction techniques. In the listening room, an average spatial benefit of 10 dB was measured, whereas the MOA and NLM room simulations led to a 12 dB benefit. In contrast, SRTs measured using the microphone-array-based reproduction showed a reduced spatial benefit of only 4 dB. The results suggest that simulation-based methods may be more applicable for speech intelligibility testing, and that artifacts related to spherical array processing may have a detrimental effect on spatial cues used by the auditory system.

Do. 10:40 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Spatial Aliasing and Microphone Self-Noise in Continuous Measurement of Spatial Room Impulse ResponsesNara Hahn und Sascha Spors*Universität Rostock, Institut für Nachrichtentechnik*

Impulse responses at multiple positions can be measured efficiently by using a continuously moving microphone. While the microphone moves on a predefined path, an excitation signal is played back and the response is recorded. The instantaneous impulse responses are obtained from the captured signal using different methods. For a given sampling frequency, the microphone signal corresponds to a spatio-temporal sampling of the sound field. To avoid spatial aliasing, the movement of the microphone has to be controlled carefully by taking the spatial bandwidth of the sound field into account. In this paper, the influence of the microphone speed and microphone self-noise on the measurement accuracy is examined by numerical simulations. Continuous measurement on a circle is considered for which an analytic solution for system identification is known. Based on the bandwidth in the circular harmonics domain, an anti-aliasing condition for the microphone speed is derived. The simulation results show that, as far as the anti-aliasing condition is

fulfilled, the maximum accuracy can be achieved. The latter is determined by the self-noise. If the anti-aliasing condition is not met or if the spatial bandwidth is not known, other system identification methods are suggested.

Do. 11:00 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Präsentation der Poster, die dieser Sitzung zugeordnet sind
(siehe Seite 331)

Do. 14:20 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Virtual Audio-visual Environment for the Assessment of Motion Behavior of Hearing Device Users

Giso Grimm^a, Maartje Hendrikse^b, Gerard Llorach^a, Josep Blat^c und Volker Hohmann^a

^a*CvO Universität Oldenburg, Cluster of Excellence 'Hearing4all';* ^b*CvO Universität Oldenburg, Medizinische Physik;* ^c*Interactive Technologies Group, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona*

The benefit from hearing devices may depend on the user's head motion behavior. As a consequence, users may also change their motion behavior to optimize the achieved benefit. To systematically assess the interaction between motion behavior and hearing device benefit, a test environment for reproduction of interactive virtual audio-visual environments combined with the assessment of body motion was developed. This contribution presents the test environment and discusses its virtues in the context of two studies with normal-hearing subjects. The first study analyzes the influence of visual cues on motion behavior and involvement. Videos of real humans are compared with avatars of different degrees of automatic animation (lip synchronization, head motion). In the second study, a database of motion behavior strategies in environments of various complexity is recorded and analyzed. The environments range from typical laboratory environments to more realistic environments such as a discussion in a cafeteria, or public transport environments. Specific tasks such as source localization, understanding keyword or just following attentively, are assigned to the subjects. First results of both studies indicate that the proposed test environment is suitable for analysis of the interaction between motion behavior and hearing device benefit.

Funded by DFG FOR1732 "Individualized hearing acoustics".

Do. 14:40 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

The benefit of head movements of normal listeners in a dynamic speech-in-noise task with virtual acoustics

Rhoddy Viveros Munoz und Janina Fels

Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen

Is well known by previous studies that accuracy of sound localization is improved if listeners are allowed to move their heads during the test. On the other hand, the effect of head orientation in an intelligibility task has not often been studied. In the present study, use of natural head movements was measured when listeners attended to a speech-in-noise task with an adaptive procedure to gradually diminishing speech-to-noise ratio until get the speech reception threshold (SRT) at 50% of intelligibility. Given the task of understanding a speech target in the presence of a simultaneous masker (difficult task when speech-to-noise ratio decreases), listeners could potentially use head movements to try to maximize their intelligibility. In this study, headphone-based binaural audio reproduction systems is used to present the speech target and masker at six different dynamic scenes: target always fix at 0° azimuth and masker moves from 0° to 15°, 30°, 45°, 60° and 90°. SRT and spatial release from masking (SRM) were measured to assess the effect of natural head movements on intelligibility.

Do. 15:00 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

The Effect of Head Turning on Sound Localization in the Horizontal Plane

Norbert Kolotzek, Gabriel Gomez und Bernhard Seeber

TU München, Audio-Signalverarbeitung

This study investigated how the head-above-torso orientation affects sound localization in the horizontal plane and if a non-centered head position causes shifts in the perceived sound direction. A localization experiment was developed with three static head positions, -30°, 0° and +30°, for a 0° torso orientation. A short broadband-noise pulse-train was presented from 28 loudspeakers in the horizontal plane. The perceived sound direction was indicated with a light pointer. Rear directions could also be displayed at the mirrored front position. Results of 5 subjects show that head orientation has only a small impact on horizontal plane localization. In the frontal part between $\pm 60^\circ$ the median shift for a head position of -30° compared to one at 0° was +0.53° and for +30° head position -1.29°, each opposite to the head turn direction. For sound directions from behind, shifts occurred only on the side to which the head was turned and shifts were toward the median plane. For -30° head position the median shift was -4.53°, for +30° head position it was +8.38°. This study shows that head turning causes small but measurable shifts in the localized sound directions in the frontal as well as in the rear horizontal plane.

Do. 15:20 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Exploring Influences on Auditory Selective Attention by a Static and a Dynamic Binaural ReproductionJosefa Oberem^a, Julia Seibold^b, Iring Koch^b und Janina Fels^a^a*Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen;* ^b*Institut für Psychologie, RWTH Aachen*

Using a well-established binaural-listening paradigm the ability to intentionally switch auditory selective attention was examined under a static and a dynamic reproduction. 24 young, normal-hearing subjects were tested in a within-subject design to analyze influences of a dynamic (i.e. head movements were tracked and Head-Related Transfer Functions (HRTFs) were updated in real-time) and a static (i.e. HRTFs were not updated according to head movements) reproduction. Both, the static and the dynamic spatial reproduction of stimuli was provided by open headphones using HRTFs of an artificial head convolved in real-time by the real-time auralization software of the Institute of Technical Acoustics, RWTH Aachen University. In each trial of the employed paradigm two spoken digits of different speakers were presented simultaneously to subjects from two out of eight different locations on the horizontal plane. A visual cue indicated which of the two digits had to be categorized into smaller vs. greater than five, and which had to be ignored. Results will be presented and discussed.

Do. 15:40 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Estimating the relative weights of accurate and heuristic auditory and audiovisual cues for time-to-collision judgments in a simulated traffic sceneDaniel Oberfeld-Twistel^a, Behrang Keshavarz^b, Jennifer L. Campos^b und Patricia R. Delucia^c^a*Johannes Gutenberg-Universität Mainz;* ^b*Toronto Rehabilitation Institute;* ^c*Texas Tech University*

Estimating time-to-collision (TTC) is needed when, e.g., a pedestrian wants to cross a road where a vehicle is approaching. It typically involves vision and audition. An accurate auditory cue to the TTC of a sound source approaching at constant velocity is provided by the ratio of an object's instantaneous sound intensity to its instantaneous rate of change in sound intensity (τ_a). However, previous studies showed that heuristic-based cues are also used, including the final sound pressure level. Here, we evaluated TTC estimates using a simulated traffic scene with an approaching vehicle to evaluate the relative weights of different auditory and visual TTC cues. Participants made TTC estimates in three sensory conditions: visual-only, auditory-only, and audio-visual. Cue weights were calculated for auditory cues (e.g., auditory τ_a , final sound pressure level) and visual cues (e.g., visual τ_a , final optical size). Results demonstrated that TTC estimates in the auditory-only condition were primarily based on an auditory heuristic cue (final sound pressure

level) rather than on auditory tau. In the audio-visual condition, participants relied more strongly on visual cues than on auditory cues. We discuss the need for more refined auditory simulations to gain further insight into the cue weighting in everyday traffic situations.

Do. 16:00 OS40-201

Dynamische akustische Szenen

Berechnung der Schallausbreitungsdauer für beliebige Bewegungsbahnkurven mittels numerischer Lösungsverfahren

Frank Wefers

HEAD acoustics GmbH

Für die Simulation und Auralisierung von Schallfeldern mit schnellen bewegten Schallquellen und Hörern (wie z.B. Verkehrssimulationen) ist die Schallausbreitungsdauer $\tau(t)$ von fundamentaler Bedeutung: Die Kenntnis ihrer ermöglicht eine physikalisch korrekte Berücksichtigung aller Einflussfaktoren zu deren tatsächlichen Wirkzeitpunkten (z.B. die Richtcharakteristik zur Abstrahlzeit, das Medium entlang der Ausbreitungspfade und die Richtung des Schalleinfalls zum Empfangszeit). $\tau(t)$ stellt sich als implizite Lösung einer nichtlinearen vektorwertigen Gleichung dar. Für einfache theoretische Fälle, wie z.B. geradlinige Bewegungen mit konstanten Geschwindigkeiten, existieren geschlossene Lösungen. Praktische Anwendungen erfordern allerdings die Ausbreitungsdauer für beliebige Bewegungsbahnkurven zu bestimmen, deren zukünftiger Verlauf in Echtzeitanwendungen unbekannt ist. Versuche hierfür analytische Lösungen ausgehend von stückweise definierten Trajektorien zu finden waren nicht erfolgreich.

Dieser Beitrag untersucht einen alternativen Ansatz und erörtert, wie die Bestimmung der Schallausbreitungsdauer auf ein Nullstellenproblem reduziert und mittels numerischer Verfahren gelöst werden kann. Diese Methode ist kompatibel mit beliebigen Bewegungsmodellen (z.B. Spline-Trajektorien) und sowohl offline als auch unter Echtzeitbedingungen anwendbar. Der Genauigkeit und der notwendige Rechenaufwand wird am Beispiel der Kurvenfahrt eines Fahrzeugs untersucht.

Sitzung „Dynamische Szenen / Virtuelle Akustik (Poster)“

Kurzvorträge: Do. 11:00 (OS40-201); Poster-Forum: Do. 11:20

Do.

Dynamische Szenen / Virtuelle Akustik (Poster)

Entwicklung und Evaluation eines Mikrofonarrays für die Aufnahme von räumlichen Schallfeldern nach dem Motion- Tracked Binaural (MTB) Verfahren

Felicitas Fiedler, David Ackermann, Fabian Brinkmann und Stefan Weinzierl

TU Berlin, FG Audiokommunikation

Das Motion-Tracked Binaural (MTB) Verfahren ermöglicht die Aufnahme pseudo-binauraler Signale durch ein zirkuläres Mikrofonarray, das in die

Oberfläche einer Kugel integriert ist, deren Durchmesser den Maßen eines durchschnittlichen Kopfes entspricht. Durch den Einsatz von Head Tracking kann das Signal bei der Wiedergabe auf die aktuelle Kopforientierung des Hörers nachgeführt werden. Für den Übergang zwischen den Mikrofonsignalen bei Kopfdrehungen werden die Signale im tiefenfrequenten Bereich im Zeitbereich und im hochfrequenten Bereich spektral interpoliert. Das mit dem Array aufgenommene Mehrkanalsignal kann somit, auch in Echtzeit, für die Aufnahme realer Schallfelder in der dynamischen Binauralsynthese verwendet werden. Nach einer Voruntersuchung auf der Grundlage simulierter Impulsantworten wurde an der TU Berlin ein 16-kanaliges MTB-Array mit omnidirektionalen, diffusfeldentzerrten Elektret- Kondensatormikrofonkapseln gebaut. Die Qualität der damit produzierten, pseudo-binauralen Signale wurde im Hinblick auf ihre akustische Plausibilität sowie im Hinblick auf spezielle Attribute aus dem Spatial Audio Quality Inventory (SAQI) perzeptiv evaluiert. Als Demonstrator steht eine Aufnahme der 3. Symphonie von L. v. Beethoven an ihrem Uraufführungsort im Palais Lobkowitz in Wien zur Verfügung.

Do. Dynamische Szenen / Virtuelle Akustik (Poster)

Subjektive Wahrnehmungsschwellen geplätteter Phasenspektren von Außenohrübertragungsfunktionen

Janina Fels, Ramona Bomhardt und Florian Pausch

Institut für Technische Akustik, Med. Akustik, RWTH Aachen

Um eine virtuelle Quelle physikalisch korrekt zu synthetisieren, werden ein Satz von Außenohrübertragungsfunktionen (engl. head-related transfer functions, HRTF), gemessen am Ort der virtuellen Quelle, benötigt. Die Wiedergabe des binauralen Audiosignals erfolgt entweder direkt über Kopfhörer oder über Lautsprecher in Kombination mit einer Übersprechkompensation (engl. crosstalk cancellation, CTC). Bei letzterer Methode werden inverse HRTF eingesetzt, welche aufgrund der invertierten spektralen Einbrüche und des dadurch entstehenden Dynamikbereichs hohe Anforderungen an die Robustheit der Lautsprechersysteme stellen. Als Gegenmaßnahme werden Glättungsalgorithmen mit dem Ziel eingesetzt, den Dynamikbereich soweit wie möglich zu verringern, aber gleichzeitig die korrekte Lokalisation der virtuellen Schallquelle beizubehalten. In einem Hörversuch wurden die Wahrnehmungsschwellen unterschiedlicher Glättungsalgorithmen für die Phase der HRTF ermittelt. Im Fokus stand dabei die Glättung im Frequenzbereich über Filter mit konstanter relativer Bandbreite, Filter mit linearisierter Phase als auch die räumliche Glättung über sphärische Harmonische.

Do.

Dynamische Szenen / Virtuelle Akustik (Poster)

Einfluss individueller Schallfilterung in multimodaler virtueller 3D-DarbietungClaudia Jenny^{a,b}, Piotr Majdak^b und Christoph Reuter^a^a*Universität Wien, Musikwissenschaftliches Institut;* ^b*Österr. Akademie d. Wissenschaften, Inst. f. Schallforschung*

Um virtuelle Schallquellen über Kopfhörer räumlich darbieten zu können, werden Außenohrübertragungsfunktionen (engl. head- related transfer functions, HRTFs) verwendet. Bei dieser sogenannten binauralen virtuellen Akustik kann die räumliche Wahrnehmung eingeschränkt sein, wenn die verwendeten HRTFs von den individuellen HRTFs des Hörers abweichen. In diesem Beitrag steht die Notwendigkeit und der Einfluss der Individualisierung von HRTFs in binauraler virtueller Akustik im Vordergrund. Dabei wird die Wahrnehmung von virtuellen audiovisuellen Klangzonen, welche über 3D-Virtual-Reality- Brillen und Kopfhörer unter Berücksichtigung individueller und nicht-individueller HRTFs präsentiert werden, analysiert. Unter Einbeziehung audiovisueller Darbietung sowie multipler Deskriptoren der Wahrnehmung wird untersucht inwie weit und unter welchen Bedingungen eine Individualisierung von HRTFs von Vorteil ist. Besonderer Schwerpunkt wird auf die Hörwahrnehmung entlang der vertikalen Dimension, des gerade wahrnehmbaren Winkels, der audiovisuellen Entfernungseinschätzung und in der Vorne-hinten-Verwechslung gelegt, weil hier in der Kombination mit dynamischer und multimodaler Darbietung die größten Abweichungen in der Notwendigkeit einer Individualisierung zu statischer und exklusiv-auditorischer Darbietung zu erwarten sind.

Verzeichnis der Autoren

Abegg, Christoph	86	Barth, Manuela	141
Abshagen, Jan	269, 319	Bartolomaeus, Wolfram	225, 315
Ackermann, David	76, 98, 331	Bassetti, Alessandro	230
Adachi, Seiji	267	Bauerschaefer, Ulf	137
Adams, Christian	90, 89	Baumann, Uwe	79
Ahnert, Wolfgang	96	Baumann, Walter	149
Ahrens, Axel	327	Baumgartner, Christoph	289
Ahrens, Jens	68, 176, 182, 187	Baumgartner, Hannah	243
Alavi Moghadam, Seyed M. ..	156	Bay, Karlheinz	258, 260, 267
Alber, Thomas	145	Baydoun, Suhaib Koji	229
Albrecht, Andreas	306	Becher, Marcus	157
Aljuhne, Ammar	319	Becker, Benjamin	169
Alm, Maria	299	Becker, Stefan	61, 62, 130, 157, 164, 182, 268, 279
Alphéi, Henning	304, 305	Becker-Schweitzer, Jörg	272
Alten, Karoline	312	Bee, Olaf	194
Altinsoy, M. Ercan	68, 70, 123, 171, 172, 282, 283, 284	Beer, Daniel	168, 173
Altreuther, Beate	105	Behler, Gottfried	174
Alves, Sonia	105	Behler, Oliver	131
Amengual Garí, Sebastià V. ..	97	Behn, Maximilian	158
Andersen, Peter	226	Behrens, Tobias	96
Andreisek, Gaetano	172, 260	Bellmann, Christian	165, 166
Andresen, Laura-Marie	299	Belschner, Torsten	116
Anzenbacher, Christoph	275	Benen, Stephan	322
Appel, Percy	215, 271	Bensch, Christopher	273
Arend, Johannes M.	113, 180, 326	Berchtenbreiter, Benedikt	279
Arendt, Ilka	148	Berger, Rajko	98
Arndt, Hendrik	139	Berger, Stephanie	297
Arnold, Guido	202	Bergner, Jakob	291
Arnoldt, Hinrich	232	Bernasconi, Angelo	66
Arps, Henning	271	Berzborn, Marco	73
Arsic, Dejan	62, 63, 63, 119	Best, Virginia	124
Asendorf, René	293	Bethke, Christian	148, 154
Aspöck, Lukas	113	Betz, Simon	298
Atamer, Serkan	284	Beutner, Dirk	81
Baasch, Christin	56, 297	Beyer, Justus	187
Backhaus, Stefan-Georg	182	Biebl, Florian	311
Bader, Nicki	141	Biedermann, Wieland	58
Balazs, Peter	171	Bienert, Jörg	224
Bald, Christin	129	Bietz, Heinrich	204
Barbosa, Plinio Almeida	300	Birk, Axel	58
Barodte, Wolfram	68	Blat, Josep	328
Barth, Enrico	150	Blau, Matthias	179
		Blauert, Jens	235

Blech, Christopher	234	Burkhart, Christian	303
Bleecck, Stefan	160	Busch, Henning	310
Bleiholder, Stefan	184, 191	Buß, Matthias	322
Bleisteiner, Marcus	152	Buzga, Sebastian	174
Blumrich, Reinhard	66, 146	Caillet, Arnaud	118, 169, 318
Bock, Florian	62	Cairós, Carlos	142
Bocquillet, Arnaud	119	Campos, Jennifer L.	330
Bodden, Markus	116	Carolus, Thomas	164, 237
Bögelein, Silke	274	Chen, Leilei	227
Böhm, Christoph	76	Christensen, Tobias	70
Böhm, Michael	247	Christiansen, Nikolaj	70
Böhme, Martina	192	Chudalla, Michael	225, 315
Böhme, Sten	323	Claes, Leander	134
Böhnke, Britta	78	Clapp, Samuel	112
Bös, Joachim	87, 87, 89, 90, 147,	Claussen, Tim	82
	261	Cocco, Valentina	222
Bogusz-Witczak, Edyta	288	Conter, Marco	219
Bomhardt, Ramona ..	73, 75, 332	Creutzburg, Lukas	172
Bonillo, David Albanés	290	Csapó, Ádám	242
Boonen, Rene	276	Cubick, Jens	124
Bopst, Juliane	217	Czedik-Eysenberg, Isabella .	106,
Boutloukos, Stratos	118		107, 108
Bozzolo, Dario	66	Czopek, Dorota	286
Brand, Johannes	280	Czuka, Martin	219
Brand, Thomas	241	Daniel, Thomas ...	195, 195, 202
Brandstätt, Peter ..	258, 260, 267	Dannemann, Martin	151
Brenner, Gunther	138	Dantscher, Sandra	250
Brezas, Spyros	154	Dau, Torsten ..	81, 124, 128, 300,
Brinkmann, Fabian	73, 331		327
Brodersen, Michael	294, 297	de Obaldia, Carlos	85
Brodie, Andrew	235	Delfs, Jan	263, 267
Brosch, Anian	60, 60	Delucia, Patricia R.	330
Brümmer, Andreas	160	Denk, Florian	324
Bruns, Tobias	293	Deuschl, Günther	56
Bschorr, Oskar	279	Deußen, Norbert	122
Buchegger, Blasius	210	Deutsch, Thomas	92
Buchholz, Jörg	124	Dietl, Kilian	139
Buchschmid, Martin	68, 120, 207,	Dietrich, Philipp	161
	256	Dietz, Mathias	241
Buchwald, Patrick	162	Dinhobl, Günter	311
Buck, Markus	55, 173	Dobmeier, Verena	62
Bühlmann, Erik	220, 222, 224	Dobrucki, Andrzej	167
Buhl, Mareike	125, 128	Doclo, Simon	179
Bulling, Philipp	55, 95	Dörries, Bernd	310
Burgmayer, Ralf	98	Dogan, Hakan	265
Burgschweiger, Ralf	322	Dou, Jing	283
Burkhardt, Martin	119	Drechsler, Andreas	147

Drossel, Welf-Guntram	88, 119	Fischer, Martin	64
Duddeck, Fabian	235	Fleck, Tim	172
Durdaut, Phillip	129	Fleckl, Thomas	312, 313, 314
Durukan, Yusuf	293	Forssén, Jens	286
Duvigneau, Fabian	121, 315	Frank, Matthias	114, 183
Ebert, Johannes	87	Freudenberger, Jürgen	.. 93, 294
Ederer, H.-J.	316	Frischmann, Felix	209
Egermann, Hauke	110	Fritzsche, Christoph	144
Egger, Sebastian	220	Fuchs, Andreas	146, 219
Eggers, Sebastian	218	Furmann, Anna	288
Ehrig, Lutz	173	Fuß, Alexander	100
Ehrlich, Jan	320	Gabbert, Ulrich	.. 121, 226, 315
Eichenauer, Anja	79	Gärner, Felix	121
Eichstädt, Sascha	135	Gagelmann, Thomas	139
Eisenhart, Johannes	133	Gai, Stefan	137
Ejjed, Kacem	118	Galka, Andreas	319
Emhofer, Johann	.. 312, 313, 314	Gargouri, Yacine	118
Engel, Margret Sibylle	309	Gaßmann, Martin	317
Enghardt, Lars	159	Gatt, Monika	245
Epe, Christian	76	Gaul, Lothar	65
Epp, Bastian	58, 70, 81	Gavila Lloret, Maria	226
Erbes, Vera	179	Geier, Matthias	.. 71, 71
Erler, Dominik	205	Gelbrich, Sandra	98
Ernst, Stephan	324	Georganti, Eleftheria	270
Estévez-Mauriz, Laura	286	Georgi, Tom	91
Eurich, Bernhard	126	Gerdes, Frank	.. 84, 84
Ewert, Roland	263, 267	Geweth, Christian A.	277
Ewert, Stephan D.	.. 112, 244, 324	Geyer, Thomas	.. 49, 116, 165
Faccioli, Flavio	61	Giering, Kerstin	308
Fallahi, Mina	179	Gierlich, Hans Wilhelm	.. 54, 92
Fastl, Hugo	245	Gimm, Marco	.. 56, 95
Faubel, Friedrich	173	Gleine, Wolfgang	.. 218, 223
Feldmann, Carolin	237	Gloor, Hanspeter	.. 220, 222, 224
Fels, Janina	.. 68, 75, 309, 325, 325, 329, 330, 332	Gnauck, Marco	119
Fender, Gesche	235	Gombots, Stefan	.. 65
Fennel, Florian	310	Gomez, Gabriel	.. 329
Ferk, Heinz	210	Goossens, Sebastian	273
Fernández Gallardo, Laura	.. 184	Gosz, Kamill	.. 81
Fiala, Peter	.. 109, 178, 233	Graf, Simon	.. 55
Fiebig, André	.. 92, 238	Grebel, Antje	.. 147
Fiedler, Felicitas	331	Greinert, Jens	.. 51, 85
Fieles-Kahl, Michael	146	Greitsch, Lars	.. 317
Firtha, Gergely	178	Grelowska, Grazyna	.. 50
Fischer, Balthasar	149	Grigoriev, Dmitry	.. 181
Fischer, Heinz-Martin	304	Grilliat, Julien	.. 162
Fischer, Kerstin	.. 299, 301	Grimm, Giso	.. 74, 115, 328
		Grimm, Simon	.. 93, 294

Groba, Peter	87	Hengst, Klaudius	206
Gröger, Bastian	294	Henneberger, Robert	60, 60, 121, 274
Gröhn, Franziska	130		
Gröschl, Martin	312, 313	Henning, Bernd	134, 140
Große, Christian U.	260	Henry, Arthur	318
Grosse, Julian	295	Hensel, Eric	88
Gruschwitz, Sebastian	282	Hensel, Johannes	252
Guettler, Marcus	245, 263	Herbig, Tobias	55
Guist, Christian	278	Herget, Wolfgang	260, 267
Guse, Dennis	186	Herold, Gert	116, 143
Guski, Rainer	308	Heroldt, Martin	222
Gutenkunst, Tobias	99	Herring Jensen, Mads J.	232
Habasinska, Dorota	127	Herrmann, Jan	65
Habets, Emanuel	289	Herzke, Tobias	74
Hadick, Udo	122	Herzog, Martin	110
Hädrich, Markus	98	Hessinger, Joachim	307
Haeussler, Andreas	237	Heute, Ulrich	47, 56
Hagelstein, Nils	227	Hey, Matthias	78, 79
Hahn, Axel	319	Hildebrand, John A.	317
Hahn, Nara	327	Hillmann, Stefan	68
Hakansson, Sebastian	230	Hils, Thomas	304, 305
Hall, Philipp	116	Hiltner, Christoph	224
Haltenorth, Ivo	221	Hintzsche, Matthias	212
Hammelmann, Frank	203	Hirsch, Karl-Wilhelm ...	193, 195, 195, 198, 202, 203, 221
Hammer, Emanuel	224	Hochrein, Thomas	139
Hanke, Martin	90	Höft, Michael	129
Hannemann, Ajan	99	Höldrich, Robert ..	169, 176, 236, 281, 292, 309
Hannon, Patrick	173	Höller, Christoph	211
Hansen, Martin	179	Hoffmann, Matthias	299
Harmstorf, Johann	89	Hohmann, Beat W.	255
Hartmann, Christian	193	Hohmann, Volker ...	74, 115, 328
Hassager, Henrik	128	Hohnerlein, Christoph ...	68, 176
Hauer, Wolfgang	210	Hoislbauer, Heinz	311
Haut, Sandra	205	Hold, Christoph ...	189, 190, 192
Hauth, Christopher	241	Holeczek, Klaudiusz	151
He, Shuo	165	Holewa, Axel	155
Hedke, Timo	187	Holstein, Peter	137, 140, 141, 152
Heeren, Jan	324	Holube, Inga	78
Heine, Thomas	149	Homann, Patrick Tobias	150
Heinecke-Schmitt, Regina ...	214	Homm, Anton	318
Heinrichs, Eckhart	212	Hopkins, Carl	208, 211
Heinz, Simon	193	Hoppe, Ulrich	77
Heitkämper, Wolfgang	103	Hoppen, Hannah	218
Helper, Martin	66	Horand, Friederike	154
Helmholz, Hannes	110		
Hemsel, Tobias	138		
Hendrikse, Maartje	328		

Horbach, Maria	238	Klein, Johannes	73, 290
Horrelt, Rainer	59	Klein, Tobias	308
Hots, Jan	238, 239	Klemm, Rolf	89
Hu, Nan	265	Klenzner, Thomas	126
Hübel, Axel	213	Kletschkowski, Thomas ..	99, 276
Hübelt, Jörn	91, 144, 205	Kling, Christoph ..	152, 250, 252,
Hülsmeier, David	125, 128		262
Hussong, Jeanette	143	Klinkert Correa, Camilo	178
Husstedt, Hendrik	127	Klippel, Wolfgang	165, 166
Huth, Christine	61	Kluger-Eigl, Wolfgang	216
Ihlenfeld, Albrecht	130	Knauf, Denis	107, 108
Inäbnit, Peter	219	Knoop, Niklas	114
Jäcker-Cüppers, Michael	101	Knop, Michel	274
Jenei-Kulcsar, Dora	109	Knoth, Sebastian	68
Jenny, Claudia	333	Kob, Malte	97
Jensen, Lars C.	299, 301	Koch, Christian	130, 252
Johannesmann, Sarah	134	Koch, Iring	330
Johannsen, Kai	216	Koch, Max	142
John, Sebastian	277	Koch, Tilman	168
John, Tina	296	Kochan, Kay	153, 169
Joshi, Suyash	81	Köchel, Matthias	137, 141
Judd, Thomas	101	Köckler, Heike	102
Junge, Michael	65	Köfinger, Christian	312, 313, 314
Junger, Clemens	155	Köhler, Simon	270
Kaak, Thorben	52, 83	Köhler-Kaeß, Johannes	296
Kämper, Norbert	200	Königs, Anika	213
Kaernbach, Christian	105	Köster, Friedemann	185, 186,
Kahsnitz, Michael	243		191
Kaltenbacher, Manfred ..	65, 155,	Kohlrausch, Armin	47
	234	Kohnen, Michael	180
Kandade Rajan, Vasudev	95	Koll, Andreas	154
Karimi, Rozbeh	104	Kollmannsberger, Stefan	209
Kasess, Christian	216	Kollmeier, Birger ..	125, 128, 241,
Kayser, Hendrik	74		244, 324
Kemlein-Schiller, Hark	258	Kolotzek, Norbert	329
Kemsies, Hannes	223	Komorek, Christian	259
Kerber, Stefan	245	Komorek, Nicolas	259
Keshavarz, Behrang	330	Kordel, Stephan	143
Kettler, Frank ..	54, 93, 94, 94, 184,	Kowalsky, Katharina	248
	191	Kozaczka, Eugeniusz	50
Keuchel, Sören	227	Kraus, Dieter	322, 323
Kin, Maurycy	167	Krauss, Guenter	107
Kirschner, Oliver	136	Kretschmer, Uwe	50
Kisler, Roman	256	Kreuzer, Wolfgang	228, 280
Kissner, Carolin	155	Kreuzinger, Johannes	269
Klärner, Matthias ..	98, 261, 280	Krieger, Karl-Ludwig	89
Klein, Florian	189, 192	Krimm, Jochen	212

Kroll, Lothar	98, 261, 280	Lodermeyer, Alexander	130
Kropp, Wolfgang	286	Look, Andreas	136
Krump, Gerhard	240	Lorenz-Kierakiewitz, Klaus-H.	100
Kruse, Tobias	208	Lorenzen, Joshua	105
Kubiak, Aleksandra	244	Lubniewski, Zbigniew	51
Kühler, Robert	130	Lucius, Andreas	161
Kühn, Simone	130	Luegmair, Marinus	118
Kühner, Till	194, 221	Luft, Tommy	122
Kühnicke, Elfgard	132	Lummer, Markus	263
Kümmritz, Sebastian	133	Lykartsis, Athanasios	99, 274
Kugler, Christoph	139	Männchen, Andreas	168
Kuhnt-Mathé, Eric	82	Majdak, Piotr	72, 242, 333
Kuipers, Erwin	262	Malecki, Paweł	287
Kujawski, Adam	274	Maly, Thomas	216, 311
Kunz, Miriam	300	Manegar, Farhan Ahmed	164
Kurtz, Patrick	148	Marburg, Steffen	227, 229, 231, 233, 235, 245, 257, 261, 263, 277, 278
Kutz, Anne	130	Markiewicz, Marian	117
Laback, Bernhard	241, 242	Marquard, Carina	297
Lachmann, Martin	96	Marschall, Marton	327
Landgraf, Rabea	296	Martin, Noemi	248, 284
Langer, Patrick	277, 278	Martinez, Sergio C.	310
Langer, Sabine	69, 234	Maschmann, Tom	95
Langfeldt, Felix	223	Masovic, Drasko	309, 281
Lautenbacher, Stefan	300	Matalla, Philipp	110, 274
Lavandier, Mathieu	124	Mauss, Michael	157
Leckschat, Dieter	76	Mayr, Andreas R.	208
Ledig, Lars	137	Mayr, Thomas	169
Lee, Alexander	307	Maysenhölder, Waldemar	86, 258
Lehmann, Marius	163	Mecking, Jens	311
Lehr, Christian	160	Mecking, Simon	205, 208, 209, 210
Lemke, Mathias	291	Medebach, Ina	99
Lenz, Andreas	216	Meier, Andreas	305
Lepa, Steffen	110, 110, 181	Meinke, Matthias	156
Lepage, Marc	93, 94	Meister, Martin	320
Lesnik, Sergey	138	Mejdi, Abderrazak	169
Li, Song	178	Mellert, Volker	179
Liberson, Lev	157	Melz, Tobias	87, 87, 89, 90, 147, 261
Liebetrau, Judith	183, 188	Meng, Fanyu	287, 288
Liebl, Andreas	248, 284	Menzel, Daniel	245
Liebl, Theresa	193	Merchel, Sebastian	70, 171, 172, 282
Liegl, Rudolf	306	Mettichi, Mohamed Zied	118
Liepert, Manfred	61, 306	Mettin, Robert	142, 142
Lindmaier, Jörn	270		
Linhard, Klaus	55, 95		
Linhardt, Felix	312, 314		
Linkamp, Andreas	160		
Llorach, Gerard	328		

Metzger, Jochen	234	Nowak, Johannes	168
Mewes, Alexander	78, 79	Nowak, Till	154
Meyners, Dirk	129	Nowak, Tomasz	166
Michaelis, Tobias Alexander .	152	Nünning, Maike	81
Michalsky, Jan	301	Oberem, Josefa	330
Miksch, Matthias	256	Oberfeld-Twistel, Daniel ..	330
Mittag, Christina	189, 192	Ochmann, Martin	228, 265
Mittag, Gabriel	185	Ocker, Christof	162
Modler, Niels	151	Oehler, Michael	92, 106, 126, 272, 275
Möhler, Ulrich	104, 308	Oertel, Jonas	274
Möller, Sebastian ..	68, 185, 186, 187, 191	Oetjen, Arne	239
Moheit, Lennart	233, 257	Oetting, Dirk	293
Moiny, Francis	197	Olfert, Sergei	140
Mokom, Zacharais Njam ..	131	Opdam, Rob	153
Monner, Hans Peter	232	Ostrowski, Stefan	100
Moorhouse, Andy	145	Otreba, Piotr	167
Moosrainer, Marold	90	Pannert, Wolfram	162
Mores, Robert	109	Paolini, Alexander	209
Mortsiefer, Christian	170	Pardowitz, Benjamin ...	158, 159
Müller, Andreas	84	Parotat, Eva	185
Müller, Gerhard	68, 120, 207, 256	Pausch, Florian	325, 332
Müller, Gregor	226	Pazen, David	81
Müller, Jens	140	Peiffer, Alexander	256
Müller, Johannes	61, 279	Peissig, Jürgen	170, 178
Müller, Uwe	256	Peschke, Eva	85
Müller-Giebeler, Mark	153	Peters, Benno	297, 299
Münch, Hannes	182	Peters, Gregor	130
Münch, Hans-Joachim	141	Petersen, Mikkel	70
Münster, Malte	174	Pfändner, Benjamin	100
Musch, Udo	94	Pfaffelhuber, Klaus	122
Munder, Patrick	78	Pfaffenbach, Carmella	309
Nagel, Lukas	192	Pfeifle, Florian	174
Nagy, Hunor	242	Pflug, Patrick Von	145
Namenas, Anton	83	Piechowicz, Janusz	285
Nebel, Adelheid	56	Piepiorka, Joscha	266
Neidhardt, Annika	114	Pigasse, Gilles	232
Nejedl, Volkmar	269, 319	Pigozzi, Martino	61
Neubauer, Philipp	261	Piorra, André	129
Niebuhr, Oliver ..	296, 297, 297, 299, 300, 301	Pischke, Volker	214
Nijman, Eugene	281, 309	Piscoya, Rafael	228
Nissen, Ivor	53, 82	Planger, Stefan	102, 213
Nocke, Christian	247	Pörschmann, Christoph	113, 180
Nönnig, Susann	62	Pohl, Matthias	62, 63, 63
Notari, Nicola	66	Polap, Claus	122
Novák-Tót, Eszter	301	Pomberger, Hannes	177
		Poschen, Silvia	94

Prager, Jens	150	Rottengruber, Hermann	122, 315
Preißer, Stefan	149	Rucz, Péter	233
Pricken, Robin	185	Rudloff, Frank	306
Probst, Wolfgang	253	Rudrich, Daniel	114
Puder, Henning	48	Ruff, Andreas	147
Püschel, Dirk	179	Ruhe, Carsten	80
Quandt, Eckhard	129	Rupitsch, Stefan J.	133, 151
Raabe, Armin	141, 152	Saati Khosroshahi, Ferina ...	257
Raake, Alexander	185, 189, 190,	Sadra, Daniel	99
	192, 191	Sahin, Banu	97
Rabold, Andreas	209, 210	Salinas Rannenberg, Melissa	300
Radestock, Martin	232	Sarradj, Ennes ...	116, 143, 165,
Rajmane, Abhay	149		256
Rank, Ernst	209	Sas, Paul	276
Rasmussen, Birgit	302	Saß, Bernd	206, 307
Rebbe, Katharina	56	Saurer, Tina	222
Redlich, Johannes	291	Schaal, Jochen	101
Reermann, Jens	129	Schadow, Florian	277
Rehor, Jakub	88	Schädler, Marc René ...	125, 128
Reiche, Nils	263	Schäfer, Ingo	322
Reichl, Christoph ..	312, 313, 314	Schäfer, Magnus	92
Reimes, Jan	92, 186, 191	Schäfer, Philipp	311
Reinhold, Steffi	211	Schäfers, Martin	303
Reiter, Paul	229, 281	Schäl, Stefan	318
Rejlek, Jan	281, 309	Schalk-Schupp, Ingo	173
Rennies-Hochmuth, Jan	243,	Schanda, Ulrich ...	205, 208, 208,
	244, 293		209, 210
Renz, Andreas	268	Schantz, Franz	258
Renz, Tobias	248	Scheibengraber, Markus	208
Reuter, Christoph ..	106, 107, 108,	Schemmel, Reinhard	138
	275, 333	Scheuren, Joachim	105
Richard, Jochen	104	Schmaljohann, Holger	320
Richter, Andreas	137, 141	Schmich-Yamane, Isabelle ..	164
Richter, Jan-Gerrit ..	73, 174, 325	Schmidmer, Christian	187
Riedelbauch, Stefan	136	Schmidt, Gerhard ..	54, 55, 55, 56,
Rief, Annika	133		56, 52, 83, 85, 95, 129, 294, 296,
Riegel, Matthias	66		297
Rieve, C.	122	Schmidtke, Edgar	321
Ring, Tobias	69	Schmiedbauer, Norbert ..	313, 314
Roeßler, Lasse	310	Schmohl, Andreas	258
Rohringer, Wolfgang	149	Schneider, Marc	161, 163
Romanus, Erik	252	Schneider, Martin	289
Rose, Michael	232	Schneider, Martin	304
Rosenkranz, Andreas	98	Schneider, Sebastian	122
Rosenkranz, Robert	123, 282	Schnepf, Harald	294
Rosselló, Juan Manuel	142	Schober, Giovanni	139
Rossian, Lennart	267	Schöneweiß, Robert ...	249, 252

Schönrock, Andreas	110	Soloducha, Michal	185, 191
Schoenwald, Stefan	211	Sottek, Roland	67, 238
Schöpfer, Fabian	208	Spitalny, Mirko	159
Schörkhuber, Christian	176, 177,	Sporer, Thomas	183, 188
	289	Spors, Sascha ..	71, 71, 76, 179,
Schrader, Peter	315		326, 327
Schreckenberg, Dirk ..	199, 308	Springer, Niels	157
Schreiber, Sabrina	82	Sprinz, Dietmar	205
Schröder, Daniel	136	Srinivasan, Sridhar	242
Schröder, Thorben	264, 264, 266	Stade, Philipp	113, 180, 326
Schröder, Wolfgang	156	Stahl, Kathrin	237
Schubert, Stefan	121, 274	Stange-Kölling, Sylvia	204
Schümchen, Nathalie	299	Starke, Eric	151
Schultz, Frank	290	Staudacher, Wolfgang	245
Schulze, Christian	91	Steffens, Jochen	110
Schuster, Max	317	Steinbach, Lisa	123
Schwarz, David	81	Steiner, Simon	171
Schwendicke, Anna	283	Steinmann, Ulrike	139
Schwöck, Andreas	172	Stepnowski, Andrzej	51
Seeber, Bernhard ..	68, 111, 112,	Stienen, Jonas	180, 287
	125, 172, 260, 329	Stiller, Dietmar	321
Seibold, Julia	330	Stöger, Herwig	72
Seidel, Jochen	206	Stoewer, Torsten	87
Seitz, Steffen	140	Stoltenberg, Arne	83, 319
Sek, Dariusz	51	Straube, Florian	290, 291
Selzer, Jan	272	Strunk, Markus	154
Sentpali, Stefan	60, 60	Stumpner, Roman	273
Sepahvand, Kheirollah ..	227	Sturm, Michael	145
Serafimov, Radi	94	Sukowski, Helga	252
Sesterhenn, Jörn	291	Sutojo, Sarinah	244
Sextro, Walter	138	Svensson, Elin	232
Shaposhnikov, Kirill	232	Szycik, Gregor R.	283
Sharma-Thiel, Gerriet K.	292	Szymczak, Wojciech	50
Sickert, Peter	254	Takanen, Marko	125
Sicklinger, Stefan	120	Tapken, Ulf	158, 159, 159
Siczek, Rafal	167	Tarasova, Valeriya	238
Siddiq, Saleh	106, 107	Tekampe, Philipp	198
Silkeit, Patrick	264, 264	Tetzlaff, Ronald	140
Simpson, John	267	Tharandt, Andreas	141
Skoda, Romuald	143	Theiß, Anne	54
Skoda, Sabrina	272	Theuerkauf, Nils	323
Skowronek, Janto	189, 192	Thiemann, Joachim	244, 293
Skowronek, Rene	236	Thouant, Elodie	164
Skrodzka, Ewa	127, 288	Timpé, Aline	210
Sladeczek, Christoph	291	Töpken, Stephan	273
Sobotta, Reinhard	137, 141	Tokuno, Hironori	269
Soens, Bernd	196	Triebel, Christian	118

Trimpop, Mattias	194, 198	Weiss, Benjamin	186
Troge, Jan	88, 91	Weiβ, Manuel	151
Trojer, Daniel	68	Weiβgerber, Tobias	79
Ubertino, Carlo	61	Weller, Jean-Noël	125
Ullisch, Christian	249, 252	Wellisch, Ulrich	208
Ullmann, Rupert	120	Wendemuth, Andreas	173
Uppenkamp, Stefan	131	Wendt, Florian	236
Urban, Peter	85	Wendt, Torben	112
Ureta Staackmann, Andrés ..	292	Werner, Stephan	189, 192
van de Par, Steven ..	112, 179, 244, 273, 293, 295	Wersényi, György	242
Velizhanina, Serafima	67	Weryk, Mateusz	52
Venghaus, Helmut	64, 124	Westhausen, Nils	262
Vercammen, Martijn	97	Wibbeler, Jürgen	90
Verhey, Jesko	238, 239, 239	Wiciak, Jerzy	286, 287
Viveros Munoz, Rhoddy	329	Wiedemann, Bernd	195, 195
Völk, Florian	175	Wiedemann, Karsten	135
Vogel, Joachim	202	Wierstorf, Hagen	71, 71, 189, 190, 192
Vogelsang, Berthold	198, 199	Wiggers, Anne	127
Vogt, Damian	162	Wiggins, Sean M.	317
Volgenandt, Andreas ..	243, 293	Wiinberg, Alan	128
Volkmar, Christian	236	Wildemann, Matthias	84
Volkmer, Kevin	164	Wilding, Thomas	177
von Estorff, Otto ..	117, 218, 223, 227, 264, 264, 266	Wilkens, Volker	135
Vorländer, Michael ..	68, 73, 113, 153, 180, 287, 288, 290, 311	Wimberger, Peter ..	312, 313, 314
Voße, Jana	298	Winkler, Anja	151
Vranic, Jovana	187	Winkler, Peggy	165
Wack, Roman	258	Winter, Christoph	207
Wächtler, Moritz	250	Winter, Fiete	326
Wältermann, Marcel	185	Wirtz, Michael	213
Wagner, Petra	298	Witsel, Anne-Catherine	197
Waldmann, Heinz	253	Witte, Matthias	160
Warzybok, Anna	125, 128	Wittekind, Dietrich	317
Wasinger, Elisabeth	314	Wittig, Robert	140
Waubke, Holger	216, 231	Wittstock, Volker ..	148, 154, 204, 204
Weber, Matthias	153	Wöckel, Sebastian	139
Weber, Tobias	135	Wolf, Arthur	55, 95
Wefers, Frank	331	Wolf, Mario	132
Wehmeyer, Maike	144	Wolf, Maximilian	168
Wehr, Reinhard	146, 219	Wolff, Andrea	249, 250, 251
Wehr, Werner	146	Wollmann, Uwe	316
Weichenberger, Markus	130	Wühle, Tom	171
Weinandy, René	215, 271	Wöhrl, Mario	261, 280
Weinzierl, Stefan ..	68, 73, 74, 76, 76, 98, 99, 181, 290, 291, 331	Wüst, Michael	133
		Wunderli, Jean Marc	307
		Wurm, Frank-Hendrik	160

Yang, Nian	227	Zeng, Xiangqiong	166
Yi, Hong	227	Zenger, Florian	164
Yoris, Philip	241	Zerbs, Carsten	84
Zaar, Johannes	300	Ziegelwanger, Harald ..	229, 281
Zabel, Dennis	145	Zielinski, Oliver	319
Zachos, Georgios	286	Ziemann, Astrid	316
Zaglauer, Maria	248, 284	Zimmer, Christoph	323
Zaidi, Nabeel	55	Zindel, Gunnar	320
Zaleski, Olgierd	117, 227	Zölzer, Udo	85
Zangers, Jürgen	197, 201	Zotter, Franz ..	76, 114, 177, 183,
Zaunschirm, Markus	289		236, 292, 292
Zeitler, Berndt	211, 211	Zumach, Sebastian	88

Anreise zur Christian-Albrechts-Universität in Kiel

Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln:

Vom Hauptbahnhof Kiel:

Fahren Sie mit einer der Buslinien

- 50 oder 81 (Richtung Botanischer Garten),
- 61 (Richtung Suchsdorf, Rungholtplatz),
- 62 (Richtung Projensdorf, Woltersweg) oder
- 91 (Richtung Friedrichsort, Falckensteiner Str.)

bis zu den Haltestellen *Universität* oder *Universität/Westring*

Fahrtickets

Ihr Tagungsausweis gilt im Zeitraum vom 6.-9. März 2017 als Fahr-
ausweis für beliebige Fahrten mit allen VRK-Verkehrsmitteln im In-
nenstadtbereich Kiel (eingeschlossen Hauptbahnhof, Universitäts-
gelände und Norwegenkai). Der genaue Geltungsbereich umfasst
die Tarifzonen 4000, 3110, 3130, 3140 sowie 5120, 5130 und 5140
des VRK-Verbundtarifraumes.

Anreise mit dem Pkw:

Navigationssysteme finden das Audimax unter folgender Adresse:
Christian-Albrechts-Platz 2, 24118 Kiel.

- Aus Richtung Hamburg:
Autobahn A7, Abfahrt Bordesholm Richtung Kiel auf die A215
Abfahrt Kiel-Mitte auf die B76 Richtung Eckernförde bis Abfahrt Uni-
versität/Wissenschaftspark/Nordfriedhof/Holsteinstadion
Rechts auf den Westring, bis zum Christian-Albrechts-Platz folgen
- Aus Richtung Rendsburg:
Über die A210 auf die A215
Abfahrt Kiel-Mitte auf die B76 Richtung Eckernförde bis Abfahrt
Universität/Wissenschaftspark/Nordfriedhof/Holsteinstadion
Rechts auf den Westring, bis zum Christian-Albrechts-Platz folgen
- Aus Richtung Lübeck:
Von der B404 am Barkauer Kreuz auf die B76 Richtung Eckernförde
bis Abfahrt Universität/Wissenschaftspark/Nordfriedhof/Holsteinstad.
Rechts auf den Westring, bis zum Christian-Albrechts-Platz folgen
- Aus Richtung Eckernförde:
B76 bis Abfahrt Richtung B503/Altenholz/Kiel-Wik/Flughafen
Rechts auf den Westring, bis zum Christian-Albrechts-Platz folgen

- Aus Richtung Neumünster/Hamburg:
A1 und A21 bis B404 in Stolpe folgen Von der B404 am Barkauer Kreuz auf die B76 Richtung Eckernförde bis Abfahrt Universität/Wissenschaftspark/Nordfriedhof/Holsteinstadion
Rechts auf den Westring, bis zum Christian-Albrechts-Platz folgen
- Aus Richtung Plön:
B76 bis Abfahrt Univers./Wissenschaftspark/Nordfriedh./Holsteinst.
Rechts auf den Westring, bis zum Christian-Albrechts-Platz folgen

Parkmöglichkeiten

Entlang des Westrings und der Olshausenstraße sind öffentliche Parkplätze vorhanden. Für Mitglieder und Gäste der Universität stehen darüber hinaus Parkplätze in der Straße „Am Studentenhaus“ und in der Fraunhoferstraße zur Verfügung.

Wegbeschreibung zum Norwegenkai

Geselliger Abend am Dienstag, 7. März 2017

Nördlich des Konferenzgeländes finden Sie in der Olshausenstraße auf Höhe des CAP2-Gebäudes die Haltestelle *Kiel Universität*. Nutzen Sie von hier die Buslinien 61 (Richtung Aalborgring) oder 62 (Richtung Schiefe Horn) bis zur Station Hauptbahnhof.

Dort steigen Sie in die Linien 100 (Richtung Laboe/Wendeschleife) oder 200 (Richtung Schönberg/Strand) um und fahren bis *Norwegenkai*. Die Fahrtzeit beträgt rund 25 Minuten. Der Weg zwischen Hauptbahnhof und Norwegenkai lässt sich auch leicht zu Fuß bewältigen. Gehen Sie in Richtung Osten/Kaistraße und überqueren Sie dort die Hörnbrücke. Anschließend finden Sie den Norwegenkai gleich zu Ihrer Linken.

Alternativ erreichen Sie den Norwegenkai in einem halbstündigen Spaziergang durch die Kieler Innenstadt (die Entfernung beträgt rund 3km). Die Hörnbrücke verbindet Hauptbahnhof und Norwegenkai und ist für Fußgänger und Radfahrer passierbar.

Wegbeschreibung zur Schwimmhalle

Die Olshausenstraße ist direkt nördlich vom Konferenzgelände gelegen. Folgen Sie dieser Straße westwärts in einem 10-minütigen Spaziergang, um die Schwimmhalle zu erreichen.

Auf dem Stadtplan (siehe Buchumschlagsseite) ist die Lage von Norwegenkai, Schwimmhalle, Hauptbahnhof und Universität eingezeichnet.

Hinweise zur Verpflegung

Während der Tagung stehen Ihnen durchgängig Getränke zur Verfügung. Es besteht zudem die Möglichkeit, sich in den Mittagspausen Snacks und ein warmes Tagesgericht in der Mensa der Universität zu kaufen.

Direkt neben dem Tagungsgelände finden Sie am Westring 389 die „Campus Suite“. Dort werden von 6:00 bis 20:00 Uhr frische Snacks nach eigenen Rezepten (Baguettes, Wraps etc. sowie Kuchen und Croissants) angeboten.

Eine Auswahl weiterer fußläufiger Adressen für die Mittagsverpflegung:

Jack's Kitchen
Westring 399
Pizza, Pasta, Salate und Suppen
11:00 -23:00 Uhr.

Das Frizz Restaurant
Olshausenstr. 8
Pasta, Pizza, Fleischgerichte
Mittagstisch ab 11:30

TanTamar
Steinstraße 1 (Ecke Holtenauer Straße)
Asiatisch mit Schwerpunkt Thailand
12:00-14:30 Uhr

Hotels und Tourismus

Alle wesentlichen Angaben zu Unterkünften und Hotels finden Sie auf der DAGA-Webseite unter [Dort können Sie direkt ein Hotelzimmer aus dem für die DAGA reservierten Zimmerkontingent buchen. Eine frühzeitige Reservierung wird empfohlen. Das Hotelkontingent ist offiziell bis Ende Januar verfügbar.](http://www.daga2017.de>tagungsort.</p></div><div data-bbox=)

Darüber hinaus finden Sie auch über die Webseite des Kiel Marketing Service (www.kiel-sailing-city.de/) Informationen zu Übernachtungsmöglichkeiten in der Hansestadt Kiel.

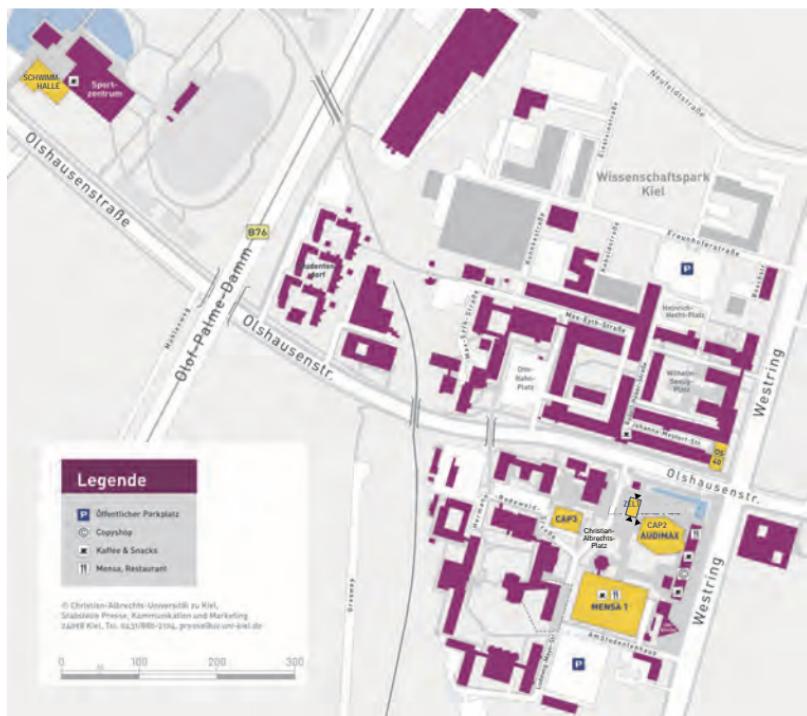
Stadtinformation

Nutzen Sie die Zeit, um die Hansestadt Kiel kennen zu lernen: den Kieler Hafen, die Holstenstraße, das Marineviertel und natürlich auch die Innenstadt mit vielen Cafés und Restaurants.

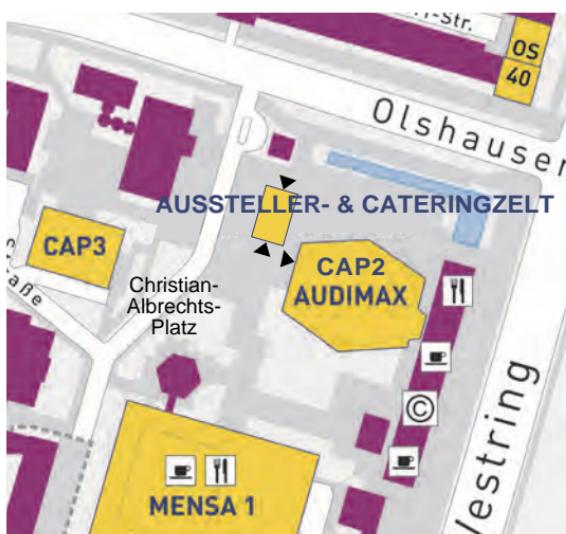
Anregungen finden Sie unter www.kiel-sailing-city.de.

Campus- und Gebäudepläne

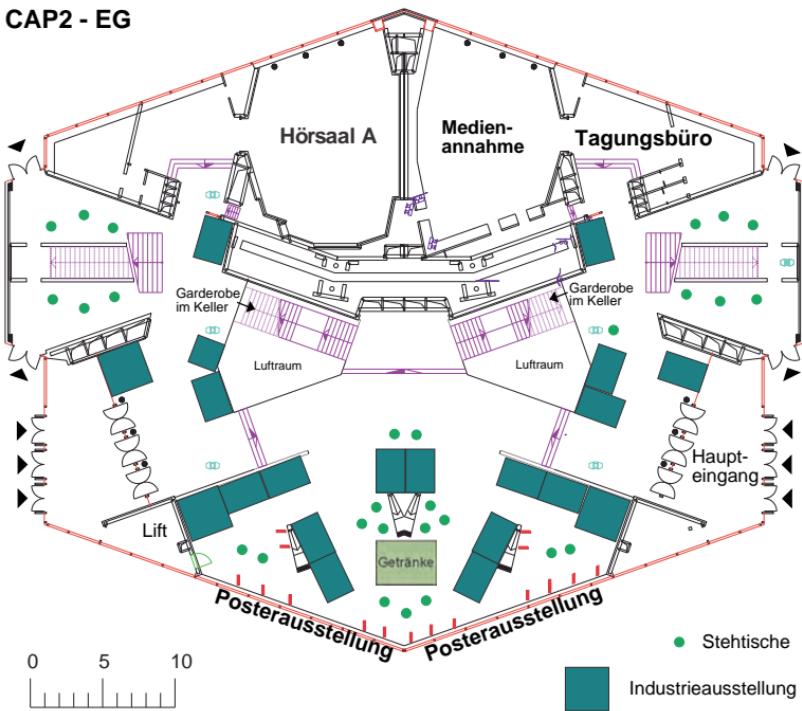
Campusplan



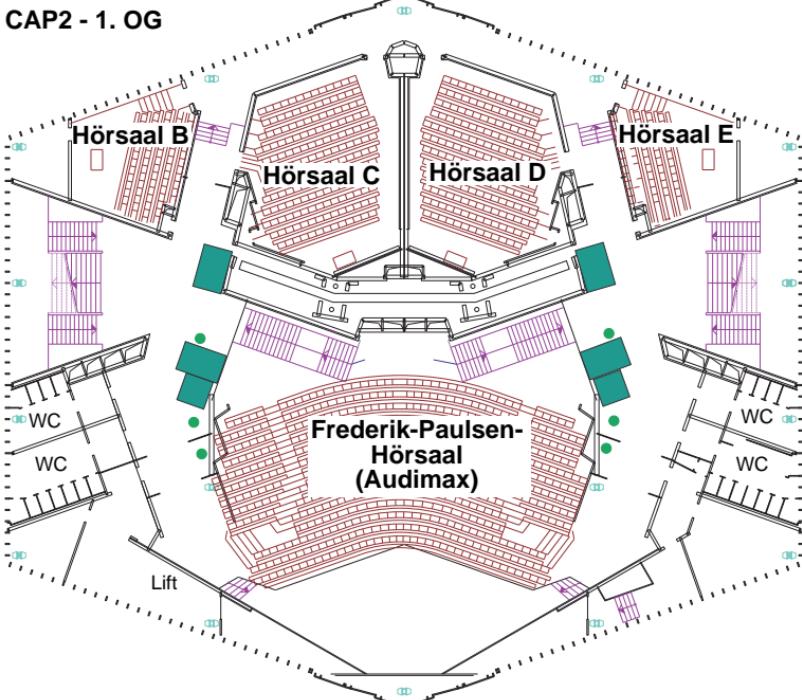
Ausstellerzelt



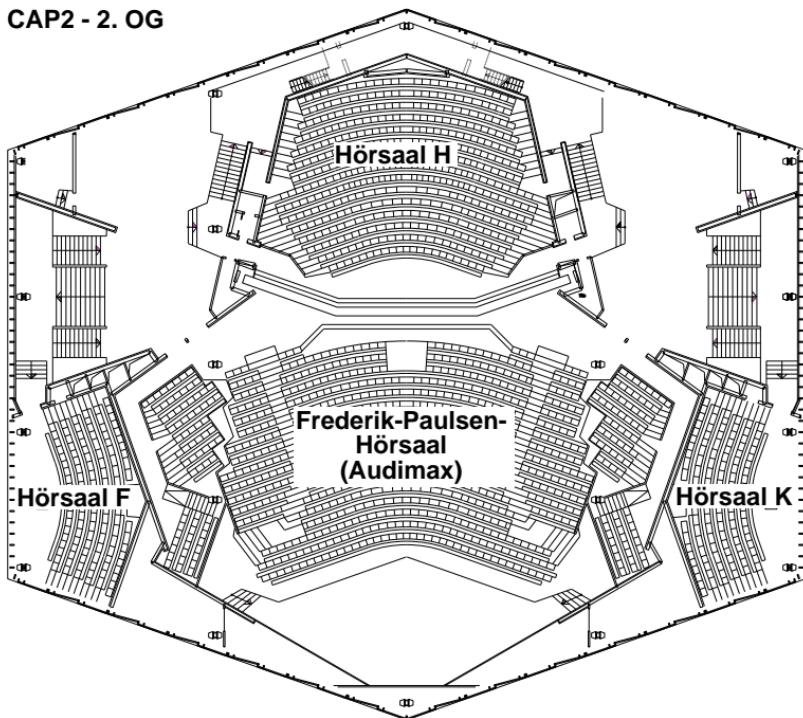
CAP2 - EG



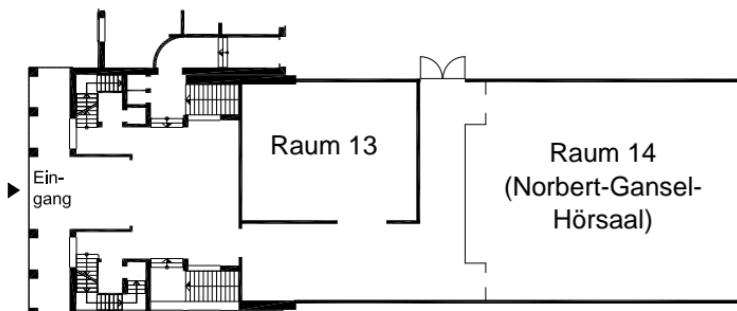
CAP2 - 1. OG



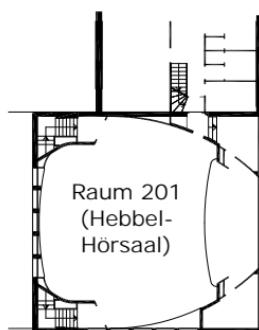
CAP2 - 2. OG



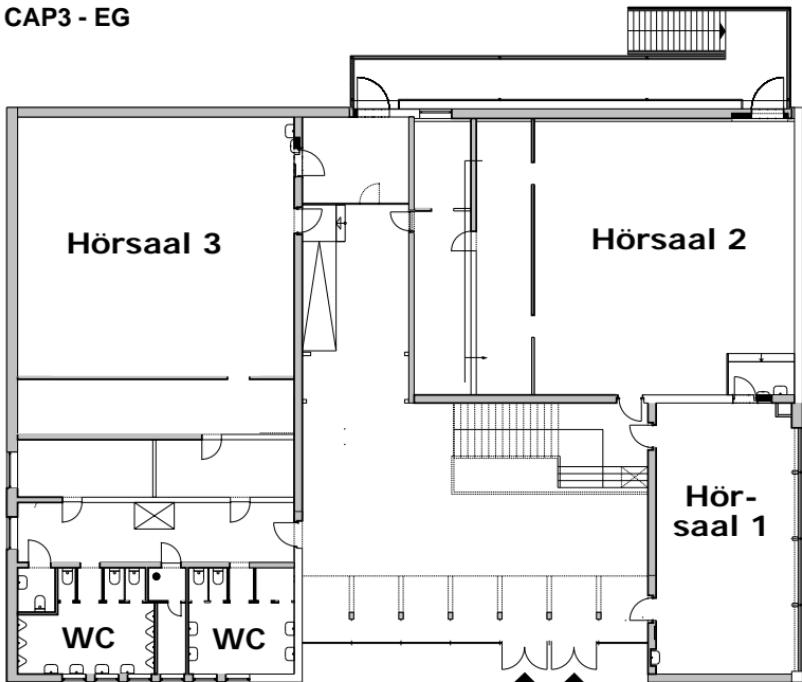
OS40 - EG



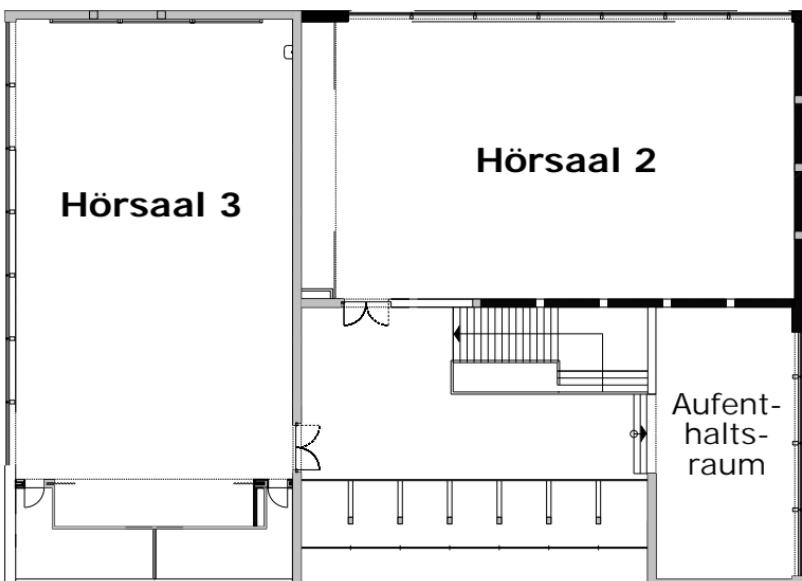
OS40 - 2. OG



CAP3 - EG



CAP3 - OG



WLAN Zugangsdaten

Nutzer, die einen eduroam-Zugang haben, können diesen auf dem Universitätsgelände verwenden.

Teilnehmer ohne eduroam-Zugang erhalten die Kennungsdaten für einen Gastaccount am Tagungsbüro. Der Gastaccount ist gültig für den Zeitraum der DAGA 2017.

SSID: **eduroam**

Beispiel-Username: WV20811uni-kiel.de

Beispiel-Password: Aeh0aim5

Ihren konkreten Username mit zugehörigem Passwort erhalten Sie am Tagungsbüro.