

DAGA '05

14.-17. März 2005 in München



Programmheft

MMK
LEHRSTUHL FÜR MENSCH-MASCHINE-KOMMUNIKATION
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN



SPONSOREN (Stand 30.12.04)

Wir möchten uns herzlich bei den folgenden Sponsoren der DAGA '05 bedanken:

- Audi AG
- BMW Group
- Infineon Technologies AG
- Müller-BBM GmbH
- Müller-BBM Vibro Akustik Systeme GmbH

Impressum:

DAGA '05
Markus Fruhmann, Hugo Fastl
AG Technische Akustik
Lehrstuhl für
Mensch-Maschine-Kommunikation
TU München
Arcisstr. 21
D-80333 München



E-Mail: info@daga2005.de

E-Mail: dega@dega-akustik.de

WWW: <http://www.daga2005.de>

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

Kontakttelefon während der Tagung:
+49 (0)89 - 289 - 22800

Print: Isensee Verlag, Oldenburg

Type setting: L^AT_EX 2_ε

Inhaltsverzeichnis

Zeitpläne	3
Grußwort der Tagungsleiter	12
Hinweise zur Tagung	14
Montag, 14.03.2005	
Vorkolloquium: Von der Psychoakustik zur Mensch-Maschine-Kommunikation	25
Vorkolloquium: Aktive Systeme in der Akustik	30
Dienstag, 15.03.2005	
Eröffnung, Preisverleihungen und -vorträge	36
Produkt-Forum	36
Fachvorträge Dienstag	37
Erzeugung und Analyse von Stimme und Sprache	37
Moderne Hörtechniken	42
Aktive Schallbeeinflussung	49
Numerische Akustik	57
Akustische Messtechnik	64
Wideband Speech Quality	70
Lärmschutz: Fahrbahn	74
Qualitätssicherung in der Akustik	81
Wellenfeldsynthese	86
Fahrzeugakustik 1	91
Spracherkennung	94
Fahrzeugakustik 2	97
Elektroakustik: Kunstkopf/HRTF	100
Elektroakustik	103
Poster Dienstag	103
Mittwoch, 16.03.2005	
Plenarvorträge Mittwoch	114
Fachvorträge Mittwoch	116
Messtechnik in der Bauakustik	116
Physiologische Akustik	122
Music Processing	126
Körperschall	130
Automatische Spracherkennung im Störgeräusch	133
Akustik in Schule und Hochschule	140
Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm	150
Lärmausbreitung: Experimentell	155
Elektroakustik: Wandler	160

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität	164
Aktuelle audiologische Aspekte	171
Raumakustik 1	180
Bauakustik 1	183
Pitch Perception	190
Gesamtgeräuschbewertung	196
Lärmausbreitung: Simulation	200
Schall 03	207
Computersimulation in der Raumakustik	211
Audiovisuelle Spracherkennung und Synthese	216
Fahrzeugakustik: Flugzeuge	221
Psychoakustik: Verarbeitung	223
Geräuschbeurteilung 1	227
Poster Mittwoch	229
Donnerstag, 17.03.2005	
Plenarvorträge Donnerstag	239
Fachvorträge Donnerstag	241
Kavitation	241
Lärm: Wirkung	246
Bauakustik 2	252
Strömungsakustik	258
Musikalische Akustik	267
Raumakustik 2	272
Lärmschutz	279
Technische Akustik	286
Sprachverarbeitung	294
Fahrzeugakustik: Schiene	301
Ultraschall	308
Geräuschbeurteilung 2	311
Psychoakustik	314
Der Tagungsort	
Anfahrt	333
Fotos und Lagepläne	336
Verzeichnis der Autoren	342
Anmeldeformular	351

Montag, 14. März

Raum	N 1070	N 1080
	Vorkolloquium: Von der Psychoakustik zur Mensch-Maschine-Kommunikation	Vorkolloquium: Aktive Systeme in der Akustik
13:00		L. Enghardt: Aktive Lärminderung von axialen Turbomaschinen (30)
13:30	H. Fastl: Die Münchner Schule der Psychoakustik (25)	A. Jakob: Antischall-Fenster in Theorie und (Labor)-Praxis (31)
14:00	J. Hellbrück: Hören, Kognition und Verhalten - Psychoakustik aus Sicht der Psychologie (25)	K. Kuhnen: Inverse Steuerung von Festkörperaktoren und ihre Anwendung in Systemen zur Schwingungsdämpfung (31)
14:30	J. Blauert: Welten, Scheinwelten ... und die Wurzeln der Psychoakustik (26)	Kaffeepause
15:00	Kaffeepause	E. Goenechea: Aktive Pulsations- und Geräuschminderung an hydraulischen Komponenten und Systemen (32)
15:30	A. Kohlrusch: Neue Möglichkeiten der MMK im Umgang mit Multimedia-Inhalten (27)	F. Svaricek: Aktive Schwingungskompensation zur Innengeräuschminderung in Fahrzeugen (33)
16:00	K. Bengler: Potenzial von MMK- Technologien für zukünftige Fahrzeug-Bedienkonzepte (28)	J. Krüger: Aktive Abgas-Schalldämpfer für PKW - Chancen und Risiken (34)
16:30	G. Rigoll: Multimodale Mensch-Maschine-Kommunikation in München: Stand der Forschung und Ausblick auf zukünftige Entwicklungen (28)	R. Schirmacher: Aktive Geräuschminderung und Active Sound Design in Fahrzeuginnenräumen (35)

17:30 Audimax: DEGA Mitgliederversammlung

Dienstag, 15. März

9:00 Audimax: Eröffnungsfest										
Audimax: Verleihung Cremer Preis und Helmholtz-Medaille										
Audimax: Plenarvorträge der Preisträger										
11:30 Kaffeepause										
12:00 Audimax: Produkt-Forum (36)										
11:30 Mittagspause										
Raum	HS 0601	HS 0602	HS 0606	HS 0670	HS 1601	N 1070	N 1080	N 1090	N 1095	N 1179
	Stimme und Sprache	Moderne Hörtechniken	Aktive Schallbeeinflussung	Numerische Akustik	Akustische Messtechnik	Wideband Speech Qual.	Lärmschutz: Fahrbahn	Qualitätssich. in der Akustik	Wellenfeldsynthese	Fahrzeugak. 1
14:00	P. Hoole: fundamental frequency (37)	A. Hörning: adaptive Richtcharakteristik (42)	O. Lemke: Drehklang (49)	A. Franck: Isoparametrische FEM (57)	C. Tacke: Mikrofonarray (64)	H.W. Gierlich: Speech Quality Assessment (71)	K. Heutschi: Leistung (74)	W. Pompecki: Qualitätsanforderungen (81)	H. Wittek: Alias-Effekte bei WFS (87)	R. Jöst: elektrodynamische Pulser (91)
14:25	H. Schutte: vibration of vocal fold (37)	R. Schultz-Amling: MTF nichtlin HG (43)	L. Neuhaus: axiale Turbomaschinen (50)	S. Petersen: Helmholtzgleichung (58)	A. Zeibig: Mehrmikrofonanordnung (65)	S. Möller: Codec differences (71)	D. Bozzolo: akustische Merkmale (74)	A. Heiß: Beurteilungspegel (82)	D. Leckschat: praxistaugliches WFS (87)	O. Martner: Nebenkompensation (92)
14:50	S. Fuchs: glottal opening (38)	M. Nordahn: ear canal geometries (44)	C. Spehr: Niedrigstschallschirme (51)	R. Anderssohn: Schalldruckfelder (59)	G. Heinz: akust. Kinematographie (65)	D. Janardhanan: Speech Enhancement (72)	M. Kalivoda: Fahrbahnübergänge (75)	S. Martinez: Messunsicherheit (82)	R. Pellegri: Augmented Reality (88)	H.-J. Rada: Helium-Schallplatanalyse (92)
15:15	D. Houben: Stimmumfang (39)	G. Schmalfuß: sound quality assessment (45)	R. Bauers: Antischallfenster (52)	J. Baumgart: Antischallfensteroffene Strukturen (59)	M. Raabe: Meßdatenübertragung (66)	C. Sydow: Grenzen der Wandler(73)	A. Attenberger: innerstädt. Lärmschutz (76)	A. Valbuena: Akkreditierung (83)	R. Höldrich: Alternativen zu WFS (88)	C. Zerb: Dieselgeräusche (93)

Mittwoch, 16. März

8:30 Audimax: Plenarvortrag W. Kropp: Reifen-Fahrbahnlärm, Modellieren als ein Weg zum Verständnis (114)

9:15 Audimax: Plenarvortrag G. Müller: Räume für Musik, raumakustische Zielsetzung und Planung (115)

10:00

Kaffeepause

Raum	HS 0601	HS 0602	HS 0606	HS 0670	HS 1601	N 1070	N 1080	N 1090	N 1095	N 1179
	Messtechnik in der Bauakustik	Physiologische Akustik	Music Processing	Körperschall	Automatische Spracherkennung im Störgeräusch	Akustik in Schule und Hochschule	Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm	Lärmausbreitung: Experimentell	Elektroakustik: Wandler	Fahrzeugakustik: Geräuschqualität
10:20	E. Schröder: Intensitätsverfahren (116)	J. Engel: Ion channels (122)	M. Clausen: Inhaltsbasierte Suche (126)	K.-R. Fehse: Design von Schienenfahrzeugen (130)	C. Breithaupt: Methoden der Signalverarbeitung (133)	W. Foken: Simulationen für KFZ-Ingenieure (140)	D. Windelberg: Mathematische Beschreibung (150)	H.-J. Ederer: Kirchengeläute (155)	G. Sessler: Piezoelektronik Mikrofone (161)	N. Kubo: Musiktheorie und Geräuschdesign (164)
10:45	W. Scholl: Installationsgeräusche (116)	J. Smolders: Inner Ear Trauma (123)	J.-M. Batke: Query by Humming (127)	W. Weith: Mikrostruktur Komposite (130)	A. Maier: verrauschte Daten (133)	H. Röseler: virt. Praktikum Bauakustik (140)	U. Möhler: akustische Kenndaten (151)	K.-W. Hirsch: Schießanlagen (155)	S. Bergweiler: Piezoelektronische Mehrschichtwandler (161)	K. Becker: Leerlaufgeräuschqualität von PKW (165)
11:10	M. Späth: Körperschall-Leistung (117)	U. Koch: auditory brainstem neurons (124)	M. Müller: Synchronisation PCM und Partitur (127)	B. Knöfel: Körperschall in Fahrzeugstrukturen (131)	A. Wendemuth: Kernel Functions (134)	F. Klett: multimediale Lernräume (141)	A. Liebl: Auswirkungen von Lärm (151)	J. Hübelt: offenporige Asphalte (156)	B. Zinserling: Silicon Microphone (162)	H. Hansen: Tonhaltigkeit in der Fahrzeugakustik (165)
11:35	T. Alber: Wasserschalldiagnostik von Armaturen (118)	C. Carr: Temporal Coding (125)	B. Schuller: Clip-Matching (128)	J. Giesler: Kastenstruktur bei hohen Frequenzen (132)	J. Stadermann: Verteilte Spracherkennung (135)	K. Naßhan: Auralisation (142)	U. Felscher-Suhr: Tageszeitbezogene Belastung (152)	K. Ingold: Lärmdatenbank Schweiz (157)	G. Behler: Gehörlose (163)	F. Castor: automatische Abgasreinigung bei mündungsgeräuschen (166)
12:00	R. Kurz: Nutzergeräusche (118)	E. Foeller: comodulation masking release (126)	S. Disch: Spatial Audio Coding (129)	J. Guimaraes: Bearing Diagnosis (132)	T. Fingscheidt: Mobile Devices (136)	D. Krahe: Lernsoftware (143)	M. Liepert: hohe Vorbefahrhäufigkeiten (153)	M. Balmer: Güterschwerverkehr in der Schweiz (158)	M. Makarski: Hornlautsprecher (163)	R. Liebing: Bewusstseinsänderung durch Funktionsgeräusche (167)

Mittwoch, 16. März

Raum	HS 0601	HS 0602	HS 0606	HS 0670	HS 1601	N 1070	N 1080	N 1090	N 1095	N 1179
	Messtechnik in der Bauakustik	Aktuelle Aspekte	Raumakustik 1	Bauakustik 1	Automatische Spracherkennung im Störgeräusch	Akustik in Schule und Hochschule	Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm	Lärmausbreitung: Experimentell	Pitch Perception	Fahrzeugakustik: Geräuschqualität
13:30	H. Schröder: Laser-Vibrometrie (119)	T. Fedke: Bezugsschwellen (171)	O. Schwinn: Hörbarkeit in Räumen (180)	F. Emrich: Schallschutz im Hochbau (183)	G. Fink: Distant Talking Speech Recognition (136)	G. Tiesler: Arbeitsalltag Lehrer (143)	C. Maschke: Belästigung und Erkrankungsrisiko (154)	H.A. Metzner: Unsicherheit bei Lärmkartierung (159)	R.D. Patterson: perception of speaker size (191)	R. Bisping: ISO362-Vorbeifahrten (167)
13:55	A. Meier: biegesteife Bauteile (120)	H. Hudde: Gehörgangsform (172)	M. Meis: Bewertung Lernumgebung (181)	H. Bietz: Holz- und Skelettbau (184)	B. Ivancevic: Abhängigkeiten von Störspchern (137)	A. Schmitz: Gesundheit der Lehrkräfte (144)	H. Niemann: Lärm und Erkrankungsrisiko (154)	D. Piore: Emissionsdaten nächtlicher Quellen (160)	M. Fruhmann: harmonic complex tones (191)	F. Nentwich: Windger. bei Red. der Fensterdicke (168)
							Gesamtgeräuschbewertung	Lärmausbreitung: Simulation		
14:20	A. Schmitz: Normen bauak. Messtechnik (121)	S. Schmidt: akustische Gehörgangsmessungen (173)	M. Meis: Sprechstimme in Seminarräumen (182)	R. Schumacher: Haustrennwände (185)	R. Hofmann: Stimmaktivierung eines Erkenners (138)	C. Märten: Raumakustisches Klima (144)	B. Vogelsang: Regelsatzung (196)	S. Hampel: BEML und Strahlenverfahen (200)	S. Heck: Trennung und Aura-isation v. Signalteilen (169)	P. Heck: Trennung und Aura-isation v. Signalteilen (169)
14:45	W. Sorge: Kurzmessverfahren (121)	H. Taschke: Aspekte der Knochenchallleitung (173)	T. Behrens: Kommunikationsakustik Simulator (182)	M. Schmelzer: Längsdämmungsmessung (185)	B. Schuller: Speech Emotion Recognition (139)	J. Seidel: Lärm in Grundschen 1/2 (145)	K. Genuit: Sicht der Psychoakustik (197)	A. Balogh: meteorologische Einflüsse (201)	A. Nobbe: Cochlea Implantat COMBI40+ (193)	C. Mohr: Geräusche moderner PKW-Kupplungen (170)
15:10	Kaffeepause	Y. Curdes: Schwingungsformen bei Knochenchallanregung (174)	Kaffeepause	C. Kling: Dämpfungseffekte in Modellprüfständen (186)	Kaffeepause	M. Klatte: Lärm in Grundschen 2/2 (146)	T. Schenck: Probleme bei der Messung (198)	A. Ziemann: unterschiedliche Schallstrahlenmodelle (202)	S. Uppenkamp: Magnetresonanztomographie der Verarbeitung (194)	J. Rothhämel: Sprachübertragungsqualität unter Motorradhelmen (171)

Mittwoch, 16. März

Raum	HS 0601	HS 0602	HS 0606	HS 0670	HS 1601	N 1070	N 1080	N 1090	N 1095	N 1179
	Schall 03		Computersimulation in der Raumakustik		Audiovisuelle Spracherkennung und Synthese					
15:35	H. Onnich: Schall 03 und Akustik 04 (207)	Kaffeepause	A. Sizle: Optimierungsmethode (212)	Kaffeepause	M. Heckmann: Adaptive Speech Recognition (216)	Kaffeepause	Kaffeepause	E. Buchta: Krümmungsradius bei Schallausbreitung (203)	A. Rupp: Verarbeitung kurzer Melodien (194)	Kaffeepause
										Fahrzeugakustik: Flugzeuge
16:00	L. Greven: Schall 03 und Akustik 04: Emissionen (208)	M. Müller-Weh-lau: Reflexschwellenunterschiede (175)	T. Lentz: Spiegelschallquellenverfahren (212)	V. Wittstock: Unsicherheiten bei der Schalldämmung (186)	M. Sanchez: pointing gestures (217)	K.-P. Mühle: laermwerkstatt.de (147)	A. Fiebig: Beurteilung von Geräuschszenarien (198)	Kaffeepause	K. Krumbholz: auditory processing (195)	M. Bellmann: Passagierkomfort im Flugzeug 1/2 (221)
16:25	U. Kurze: Rollgeräusche (209)	K. Lamm: Innenohrschäden durch Freizeitlärm (176)	T. Lentz: Echtzeit-Raumsimulation (213)	P. Krämer: Messunsicherheit Schalldämmung (187)	J.F. Guitarte Perez: Embedded Lip Reading (218)	E. Mommertz: Planung von Schulneubauten (148)	M. Koch: Brunnengeräusch (199)	J. Zangers: 3-D Wind Vektor Feld (203)	Kaffeepause	J. Bastian: Passagierkomfort im Flugzeug 2/2 (221)
									Psychoakustik: Verarbeitung	
16:50	B. Barsikow: weitere Schallquellen (209)	T. Steffens: Kinderreimtest (177)	R. Stumpner: tieffrequentes Schallfeld (214)	R. Liegl: Schallschutz bei Sanitärinstallationen (188)	J.P. de la Cruz Gutierrez: Selforganizing maps (219)	M. Oberdörster: ergonomische Arbeitsbedingungen (148)	B. Schulte-Forkamp: Soundscapeforschung (199)	M. Trimpop: Schallbeugung (204)	S. Ernst: Frequenzübergreifende Prozesse (223)	R. Bisping: Sounddesign Flugzeuggeräusche (222)

Mittwoch, 16. März

Raum	HS 0601	HS 0602	HS 0606	HS 0670	HS 1601	N 1070	N 1080	N 1090	N 1095	N 1179
							Geräuschbeurteilung 1			
17:15	U. Möhler: Schallausbreitung Schienenverkehrs-lärm (210)	B. Seeber: Localization with hearing aids (178)	U. Stephenson: Beugung in Strahlverfol-gungsprogram-men (214)	D. Clasen: Stoß-stellendämpfung im Hochbau (188)	C. Weiss: Audio-visuelle Synthese (219)	S. Litjens: Um-nutzungsprojekt (149)	L. Schmidt: Tonhaltigkeit DIN 45681 (227)	L. Enghardt: Schallausbr. in kanälen (205)	T. Dau: kanalübergrei-fende Modulat-i-onsverarbeitung (224)	S. Buss: Kom-fortempfinden in der Flugzeug-kabine (223)
17:40	F. Krüger: Bahnen nach PBefG (211)	F. Böhnke: Abbildung akustischer Signale (179)	S. Goossens: Optimierung der Abhörqualität (215)	M. Schneider: Entkopplung über elastische Zwischen-schichten (189)	D. Alonso: Multimodal MMC System (220)	E. Veres: Universitäts-Hörsäle (149)	D. Salz: Ton-haltigkeit und Terzspektren (227)	D. Sagemühl: Richtwirkung von Kaminmün-dungen (206)	M. Bee: Auditory Stream Segregation (225)	
18:05	S. Jäger: Arbeitsgruppe 4 Rb/Ubf (211)	U. Baumann: Dichotische Stimulation (179)	C. Moldrzyk: perzeptive Evaluation (216)	L. Weber: Wärmedämm-Verbandsysteme (190)				C.-C. Hantschk: industrielle Fackelsysteme (207)	M. Bellmann: Frequenzselekti-vität bei Ganz-körpervibra-tionen (226)	

Abend zur freien Verfügung

Donnerstag, 17. März

8:30 Audimax: Plenarvortrag G. Krump: Der Lautsprecher als Synthese von Messtechnik, Simulation und Psychoakustik (239)
9:15 Audimax: Plenarvortrag G. Manley: Viele Wege führen nach Rom: Die Evolution des Gehörs der Wirbeltiere (239)
10:00 Audimax: Verleihung der Posterpreise
10:15

Kaffeepause										
Raum	HS 0601	HS 0602	HS 0606	HS 0670	HS 1601	N 1070	N 1080	N 1090	N 1095	N 1179
Kavitation	Lärm: Wirkung	Bauakustik 2	Strömungsakustik	Musikalische Akustik	Raumakustik 2	Lärmschutz	Technische Akustik	Sprachverarbeitung	Fahrzeugakustik: Schiene	
10:35 D. Schanz: so-nochemische Reaktionen (241)	H. Sukowski: Lärmwirkungsstudie mit Kindern (246)	R. Volz: Gehörschallabstrahlung von Laminatböden (252)	A. Schulze: Simulation strömungsbedingten Lärms (259)	H. Fleischer: Hackbrett (267)	H.-P. Temhardt: Der Kuppelsaal: Entwurfskonzept (272)	W. Probst: EU-Richtlinie 2002/49/EC (279)	E. Sarraji: Trennung von Quellmechanismen (286)	R. Meyer: Grundfrequenzschätzung (294)	R. Jürgens: Schallemission von Schienenfahrz. (301)	
11:00 N. Bretz: Ultraschallausbreitung in Flüssigkeiten (242)	F. König: Kindertagesstätte (247)	U. Schanda: tief-freq. Schwingungen von Holzdecken (253)	M. Wasko: flow-induced sound generation (259)	T. Ochs: Das Kasha-System (268)	T. Behr: Der Kuppelsaal: Messergebnisse (273)	R. Liegl: Lärm-minderungsplanung in München (280)	C. Schulze: Anordnungen bei Arraymessungen (287)	F. Drepper: Selfconsistent time scale separation (295)	B. Stegmann: BRAINS for rail vehicle acoustics (302)	
11:25 C. Koch: Ultraschall Reinigungs-bäder (242)	S. Schlittmeier: Wirkung irrelevanter Sprache (248)	J. Schreck: Holz-treppe als Körperschallquelle (254)	M. Sabanca: Schwingungsverhalten generischer Profile (260)	E. Meinel: Experimente mit der Geigenstimme (269)	J. Reinhold: Wiederaufbau Teatro 'La Fenice' (273)	B. Vogelsang: AzB und Maximalpegel (280)	J. Prager: Sphärische Nahfeldholographie (288)	K. Schnell: Diphone für die Spracherzeugung (295)	M. Wieners: Schallabstrahlung bei Eisenbahn-rädern(303)	
11:50 R. Sobotta: Messung der Kavitationsrauschzahl (243)	U. Mueller: Auswirkungen von Nachtfluglärm (249)	A. Drechsler: Trittschalldämmung leichter Treppen (254)	A. Wilde: Sim. mit dem Lattice-Boltzmannverfahren (261)	R. Grundmann: Strömungsmechanik in Blasinstr. (269)	K.-H. Lorenz: Podiumsakustik von Konzertsälen (274)	A. Heiß: Impulsschlag im Beurteilungspegel (281)	G. Wittek: Luft- und Wasser-schall-Trans-mission (288)	C. Frank: Sprechen: Hindernis für moderne MMK? (296)	S. Bühler: Vermeidung von Kurvenkreisel-schen (304)	
12:15 T. Kurz: Optische Kavitation im Schallfeld (244)	J. Quehl: Nachtfluglärm: Dosis-Wirkungs-Beziehungen (250)	C. Burkhardt: zweischalige Haustrennwände (255)	S. Achilles: Aeroakustische Validierungen (262)	K. Wogram: Schallausbreitung in Blechblasinstrumenten (270)	J. Blauert: Raumeindruck in Konzertsälen untersch. Größe (275)	P. Krämer: Statistische Maximalpegelbeurteilung (282)	F. Blum: akustische Modalanalyse eines Hydro akustikbeckens (289)	M. Grimm: natürliche Emotionen in Sprachsignalen (297)	D. Stiebel: Reduzierung des Brückendröh-nens (305)	

Donnerstag, 17. März

Raum	HS 0601	HS 0602	HS 0606	HS 0670	HS 1601	N 1070	N 1080	N 1090	N 1095	N 1179
Kavitation	Lärm: Wirkung	Bauakustik 2	Strömungs-akustik	Musikalische Akustik	Raumakustik 2	Lärmschutz	Technische Akustik	Sprachver-arbeitung	Fahrzeugaku-stik: Schiene	
13:45	K. Köhler: Sim. asphärischer Blasendynamik (245)	M. Brink: Schlaf-J. Hessinger: Hausstromwän-de in Holzbau-weise (255)	M. Bauer: Um-strömungsge-räusch von Stufen (262)	H. Kühnelt: Tonerzeugung in Flöten (270)	I. Witew: Quel-lenrichtchar. und raumak. Parameter (275)	B. Dörries: Ge-räusche von Windenergie-anlagen (283)	C. Zerbis: Akustisches Mo-nitoringsystem für Schiffe (289)	S. Suhadi: P. de Vos: leise Eisenbahn-Stahlbrücke (306)		
14:10	M. Gulsch: Gasvolumen-messung (245)	A. Mayr: Schall-dämmung von Holzständer-wänden (256)	C. Hahn: strö-mungsinduzierte Schallquellen (263)	S. Zschernig: Einschwingge-räusche von La-bialpfeifen (271)	K. Eggenschwi-ler: raumak. Vergleichsmes-sungen (276)	U. Ackermann: Lärm-minderung an Sauerstoff-lanzen (284)	W. Schirmer: Erschütterungs-prognose (290)	D. Suender-mann: Voice Conversion (298)	F. Nentwich: In-nengeräusches von Klima-anlagen (306)	
	Ultraschall	Geräusch-beurteilung 2								
14:35	A. Gerlach: pa-rametrischer Ul-traschallaut-sprecher (308)	S. Fingerhuth: Leichtbauteile mit int. Resonatorn (257)	M. Kaltenba-cher: Simulation strömungsind. Lärms (264)	G. Ziegenhals: Untersuchungen an Blasinstru-menten (272)	M. Vorländer: Raumakusti-sche Simulation mit BEM (276)	H. Graf-Müller: Lärmarme Pa-piermaschinen (284)	J. Becker: Dämpfung von Strukturschwin-gung (291)	D. Suender-mann: Evaluat-ing Voice Con- version (299)	W. von Heesen: Störgeräusche am Lokomotiv-kühler (307)	
15:00	A. Streicher: biotechnisches Sonarsystem (309)	D. Schulz: Ge-räuschqualität von Gebläsen (312)	M. Zucchini: strömungsindu-zierte Schall-entst. (265)	S. Choisel: Preferences of Multichannel Sound (314)	I. Bork: Modalanalyse stehender Wellen (277)	H. Brinkmann: Gehörschutz-kombinationen (285)	K. Künzel: Schallschutz-kapseln (292)	W. Hemmert: Onset Neurons in Speech Pro-cessing (299)	W. Teuber: Schalldämm-Messungen (308)	
15:25	L. Bahr: Dämpfung von Ultraschall in Gewebe (310)	T. Meloni: Beurteilung von sekundärem Ultraschall (313)	P. Leistner: Schalldämmung von Labyrinth-Systemen (258)	S. Emiroglu: Ähnlichkeits-JND-Mes-sungen (315)	E. Schröder: Er-höhung der Dif-fusität von Hall-räumen (278)	L. Förster: Grenzen bau-lischen Schall-schutzes (285)	C. Thomas: Beschreibung mikroperforierten Absorber (292)	C. Draxler: Sprachaufnah-men über das WWW (300)		
15:50	V. Wilkens: kalibrierter ther-moakustischer Sensor (311)	R. Scholz: tieffrequente Geräuschmisch-sionen (314)	A. Borisyuk: Tur-bulences in a Rigid- Walled Pipe (267)	K.-H. Frommolt: Der Gesang der Sirenen (316)	E. Mommetz: Schallsabsorpti-on in einer Hallkabine (279)		C. Nocke: Mikro-G. Feneberg: perforierte Absorber (293)	G. Feneberg: Sprachqualität von Mobil-telefonen (301)		

Grußwort der Tagungsleitung

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

mit einem Abstand von immerhin 25 Jahren wird die DAGA nun zum zweiten Mal in München stattfinden. Im Gegensatz zur großen, multinationalen CFA/DAGA 2004 in Straßburg sollte die DAGA 2005 in München wieder eine überschaubare "typische" DAGA werden. Mit 361 mündlichen Beiträgen sowie derzeit 24 Postern war es dennoch notwendig, die Vorträge auf zehn parallele Sitzungen aufzuteilen.

Die DAGA 2005 enthält strukturierte Sitzungen von der physiologischen Akustik bis zur Tonhöhenwahrnehmung, von der Qualitätssicherung in der Akustik bis zur Lästigkeitswirkung von Straßen- und Schienenverkehrslärm. Zusätzlich zu den strukturierten Sitzungen wurden alle eingereichten Beiträge von ExpertInnen der jeweiligen Fachgebiete in eine adäquate Reihenfolge gebracht. Die DAGA 2005 wird geprägt von Beiträgen zur Thematik Lärm (79), Sprache (49) und Fahrzeugakustik (40). Wie bei DAGA Tagungen üblich, zeigen die Vorkolloquien Lokalkolorit: ein erstes Vorkolloquium mit dem Titel "Von der Psychoakustik zur Mensch-Maschine-Kommunikation" dokumentiert die Erweiterung der Forschungsarbeiten vom akustischen System auf andere Sinnesmodalitäten wie visuelles und taktiles System, eine Entwicklung, die nach dem Modell der TU München nun auch an anderen Hochschulen sichtbar wird. Das zweite Vorkolloquium "Aktive Systeme in der Akustik" wurde von Mitarbeitern der in Planegg bei München ansässigen Ingenieurgesellschaft Müller-BBM konzipiert und organisiert und gibt einen Überblick über den derzeitigen Stand bei der Entwicklung und Umsetzung aktiver Schallbeeinflussungssysteme in Deutschland.

Bei der DAGA 2005 in München wollen wir trotz allem Traditionsbewusstsein auch einige Neuerungen erproben:

- Die DEGA Mitgliederversammlung wird erstmals am Montag vor der eigentlichen DAGA durchgeführt werden.
- Erstmals wird auch ein Produkt-Forum den Ausstellern Gelegenheit bieten, ihre neuesten Produkte über die tagungsbegleitende Ausstellung hinaus in Kurzvorträgen den Tagungsbesuchern bekannt zu machen.

- Die Verleihung der Posterpreise wird diesmal am Donnerstag nach den Plenarvorträgen erfolgen.
- Die Termine der Fachausschusssitzungen wurden auf drei Tage verteilt, um Interessierten die Gelegenheit zu geben, an den Sitzungen mehrerer Fachausschüsse teilzunehmen.
- Die Organisatoren der DAGA 2005 haben weder einen Abendvortrag noch einen offiziellen Empfang vorgesehen, um den Teilnehmern der DAGA am Mittwoch Abend Gelegenheit zu geben, mit anderen Kollegen das vielfältige Angebot des "Millionendorfs" München, je nach Gusto vom Hofbräuhaus bis zur Staatsoper, zu genießen.
- Nachdem die DAGA All Stars seit nunmehr 5 Jahren den Begrüßungsabend musikalisch untermalt haben und dabei zu einer Institution geworden sind, wird diesmal "x", eine Gruppe Münchener Akustik-Kollegen, den Abend mit überwiegend irischer Volksmusik begleiten.
- Schließlich haben wir uns dazu entschlossen, sogenannte "late posters", die auf der Tagung präsentiert und in die Tagungs-CD mit aufgenommen werden können, bis Anfang März 2005 anzunehmen.

Wir wünschen Ihnen und uns eine erfolgreiche DAGA 2005 und hoffen, daß Sie trotz Tagungsstress die "heimliche Hauptstadt" etwas genießen können.

Hugo Fastl,
Markus Fruhmann,

Gerhard Rigoll,
Joachim Scheuren

Hinweise zur Tagung

Die

31. Deutsche Jahrestagung für Akustik DAGA'05

findet vom

14. bis 17. März 2005 in München

statt.

Am Montag, dem 14.3.05 finden zwei Vorkolloquien statt. Abweichend von der bisherigen DAGA-Tradition ist für die DEGA-Mitgliederversammlung der MONTAG ABEND vorgesehen.

Tagungsort und Sprachen

Tagungsorte sind das Nord- und Hauptgelände der TU München. Tagungssprachen sind Deutsch und Englisch. Eine Anfahrtsbeschreibung sowie Lagepläne finden Sie ab Seite 333 bzw. 336. Bitte beachten Sie, dass es nur sehr wenige Parkplätze in unmittelbarer Nähe der TU München gibt. Neben Parkhäusern im Innenstadtbereich empfehlen wir dringend die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel zwischen Hotel und Tagungsort.

Veranstalter

Veranstalter der Tagung sind der Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation der Technischen Universität München sowie die Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) in Zusammenarbeit mit der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG), der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG) und dem Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI.

Tagungsorganisation

Prof. Dr.-Ing. Hugo Fastl
Dipl.-Ing. Markus Fruhmann
Prof. Dr.-Ing. Gerhard Rigoll
Dr.-Ing. Joachim Scheuren

E-Mail: info@daga2005.de
www.daga2005.de

Organisation der tagungsbegleitenden Ausstellung

Sophie Wermke
Müller-BBM VAS GmbH
Robert-Koch-Str. 13
82152 Planegg
E-Mail: ausstellung@daga2005.de

Themen der Tagung

Themen der Tagung sind alle Gebiete der Akustik sowie alle Fachgebiete, die interdisziplinär mit der Akustik verbunden sind. Dies beinhaltet unter anderem die folgenden Themengebiete: Aktive Schallbeeinflussung, Audiologische Akustik, Audiotechnik, Bauakustik, Bioakustik, Elektroakustik, Fahrzeugakustik, Geräuschbeurteilung, Hydro- und Geoakustik, Körperschall, Lärmausbreitung, Lärmschutz, Messtechnik, Musikalische Akustik, Numerische Akustik, Physikalische Akustik, Physiologische Akustik, Psychoakustik, Raumakustik, Schwingungstechnik, Sprachverarbeitung, Technische Akustik und Ultraschall.

Vorkolloquien

Am Montag, 14.03.2005, finden zwei, vom Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation veranstaltete, Vorkolloquien statt:

- “Von der Psychoakustik zur Mensch-Maschine-Kommunikation”, organisiert von G. Rigoll und H. Fastl (weitere Informationen ab Seite 25)
- “Aktive Systeme in der Akustik”, organisiert von R. Schirrmacher und J. Scheuren (weitere Informationen ab Seite 30)

Plenarvorträge

Jeweils vormittags vor Beginn des regulären Vortragsprogramms halten eingeladene Vortragende Übersichtsvorträge zu aktuellen Themen von allgemeinem Interesse. Die zugehörigen Kurzfassungen sind im Tagungsprogramm im Abschnitt des entsprechenden Tages zu finden.

- W. Kropp, Chalmers University of Technology, Schweden: “Reifen-Fahrbahnlärm, Modellieren als ein Weg zum Verständnis” (114)
- G. Müller, TU München und Müller-BBM, Planegg: “Räume für Musik, raumakustische Zielsetzung und Planung” (115)
- G. Krump, FH Deggendorf: “Der Lautsprecher als Synthese von Messtechnik, Simulation und Psychoakustik” (239)
- G. Manley, TU München: “Viele Wege führen nach Rom: Die Evolution des Gehörs der Wirbeltiere” (239)

Darüberhinaus finden zwei Plenarvorträge der Preisträger des Cremer-Preises sowie der Helmholtz-Medaille statt.

Strukturierte Sitzungen

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

- **Akustik in der Schule und Hochschule** (S.-R. Mehra, Lehrstuhl für Bauphysik, Uni-Stuttgart)
- **Aktuelle audiologische Aspekte** (U. Baumann, HNO, LMU Klinikum Großhadern)
- **Audiovisuelle Spracherkennung und Synthese** (A. Steinhage, Infineon, München)
- **Automatische Spracherkennung in gestörter Umgebung** (G. Ruske, MMK, TU München)
- **Erzeugung und Analyse von Stimme und Sprache** (M. Kob, UKA - Phoniatrie, RWTH Aachen)
- **Gesamtgeräuschbewertung** (B. Schulte-Fortkamp, Institut für Technische Akustik, TU Berlin)
- **Lästigkeitswirkung von Straßen- und/oder Schienenverkehrslärm** (U. Möhler, Möhler+Partner, München)
- **Messtechnische Anwendungen in der Bauakustik** (A. Meier, Müller-BBM, Planegg)
- **Moderne Hörtechniken** (J. Haubold, ciAD, Dortmund)
- **Music Processing** (B. Schuller / G. Rigoll, MMK, TU München)
- **Musikalische Akustik** (H. Fleischer, UniBw München, Neubiberg)
- **Neue Ansätze der Computersimulation in der Raumakustik und in der virtuellen Realität** (S. Goossens, IRT, München)
- **Pitch Perception** (L. Wiegrebe, Dept. Biologie II, LMU-München)
- **Physiologische Akustik** (C. Köppl, Lehrstuhl für Zoologie, TU München)
- **Qualitätssicherung in der Akustik** (P. Geißler, Müller-BBM, Planegg)
- **Schall 03** (H. Onnich, Deutsche Bahn AG, München)
- **Wellenfeldsynthese** (H. Wittek / G. Theile, IRT, München)
- **Wideband Speech Quality** (H. W. Gierlich, HEAD acoustics GmbH / S. Möller, Ruhr-Universität Bochum / A. Raake, LIMSI-CNRS)

mündliche Vorträge

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

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

Nur wenn dieses Zeitraster ausnahmslos eingehalten wird, ist bei der großen Zahl von Parallelsitzungen ein geordneter Tagungsablauf gesichert.

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

Medien

Jeder Vortragsaal ist mit einem Overhead-Projektor und einem Beamer ausgestattet. Falls Sie keine Folien, sondern eine Bildschirmpräsentation (PowerPoint) bevorzugen, beachten Sie bitte folgende Hinweise.

Zur Vermeidung von Inkompatibilitäten ist es erwünscht, dass der Vortrag über einen **eigenen Laptop** präsentiert wird, insbesondere dann, wenn spezielle Schriftarten, Audio- oder Videokomponenten enthalten sind. In jedem Vortragssaal wird ein Beamer mit einer Standardauflösung von 1024 x 768 Pixeln zur Verfügung stehen. Für Bildschirmpräsentationen **ohne eigenen Laptop** steht ein PC mit Microsoft PowerPoint (Windows XP, Office XP) zur Verfügung. Es wird dringend empfohlen, sich die umfangreichen technischen Hinweise zur Umgehung der üblichen Probleme bei Bildschirmpräsentationen auf unserer Homepage unter 'Hinweise für Vortragende' durchzulesen, da der Vortragende dafür verantwortlich ist, dass sein Laptop zu Beginn der Redezeit mit aktiviertem VGA-Ausgang bereit ist.

Falls Sie die vorhandenen PCs nutzen wollen, und Ihre Daten erst zur Tagung mitbringen, beachten Sie bitte folgende Hinweise:

Bringen Sie Ihre Daten bitte auf einer CD-ROM mit. Bei PowerPoint-Präsentationen empfehlen wir, neben der PowerPoint-Datei sicherheitshalber auch eine rechnerunabhängige Variante mit der Methode "Pack & Go" (über das Menu "Datei" zu erreichen) zu erstellen und auf der CD zu speichern. Sie können Ihre Präsentation in den vortragsfreien Zeiten und

eine halbe Stunde vor Beginn der ersten Sitzung des Tages testen und gegebenenfalls Ihren "Pack & Go"-Ordner entpacken. Da für die Kompatibilität Ihrer Präsentation mit der installierten PowerPoint Version keine Gewähr übernommen werden kann, bieten wir einen Funktionstest Ihres Vortrages an. Aus organisatorischen Gründen müssen die zu testenden Vorträge bis zum 1. März 2005 per E-Mail eingereicht werden.

Weiterhin steht ein Vorbereitungsraum für den Test Ihrer Präsentation zur Verfügung. Falls Ihre Präsentation Audiokomponenten enthält, und Sie dieses bei der Vortragsanmeldung nicht angegeben haben, teilen Sie uns dieses bitte per E-Mail mit.

Für Rückfragen bezüglich der Bildschirm-Präsentationen wenden Sie sich bitte an:

Claus von Rücker

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation

TU München

E-Mail: vortrag@daga2005.de

Poster

Die Poster Präsentationen werden in Form von Poster-Präsentations-Sitzungen durchgeführt. Dabei wird zu Beginn einer Postersitzung jedes Poster in einem 2-minütigen Überblick vom Autor eingeführt. Anschliessend sollte der Autor für mindestens 90 Minuten am Poster für Diskussionen anwesend sein.

Für das ausgearbeitete Manuskript zu Posterbeiträgen gelten die selben Formatvorlagen wie für mündliche Beiträge. Diese finden Sie weiter unten ab Seite 19. Für die Posterausstellung werden Stellwände bereitgestellt, an denen die Poster präsentiert werden. Die Stellwände werden im Foyer des Audimax aufgebaut, so dass mit regem Besucherinteresse gerechnet werden darf.

Für jedes Poster steht eine Stelltafel mit einer Breite von 100 cm und einer Höhe von 120 cm zur Verfügung. Die Stellwände sind mit Nummern gekennzeichnet, denen Autoren zugeordnet werden. Ein entsprechender Plan liegt am Tagungsbüro aus. Befestigungsmaterial wird zur Verfügung gestellt.

Hinweise zum Poster-Layout

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

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

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

Informationen zur Abgabe der Manuskripte

Nachstehend finden Sie alle Informationen über die Abfassung und Abgabe des Tagungsbeitrages zur DAGA'05 in München. Bitte beachten Sie, dass eine wesentliche Neuerung gegenüber der Vorgehensweise der vergangenen Jahre darin besteht, dass Tagungsbeiträge grundsätzlich in elektronischer Form abzugeben sind.

Länge und Formate des Beitrages:

Die Länge, das Seitenformat und die zu verwendenden Schriftformate sollen im Tagungsband einheitlich sein und sind somit vorgegeben. Die Länge des Tagungsbeitrages ist auf 2 DIN A4 Seiten begrenzt, die jeweils zweispaltig beschrieben werden. Vorlagen für Word und $\text{\LaTeX}$ stehen auf der Webseite

www.daga2005.de

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

Abgabe des Tagungsbeitrages:

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

www.daga2005.de

zur Verfügung gestellte Web-Interface. Die Abgabe der Papers ist bis **spätestens zum 17.3.2005** (Ende der DAGA-Tagung) durchzuführen.

Verspätet abgegebene Beiträge können nicht für den Tagungsband berücksichtigt werden. Falls eine Abgabe des Tagungsbeitrages über das Web-Interface nicht möglich ist, können Sie auch die Files per Diskette oder CD-ROM auf der DAGA'05 im Tagungsbüro abgeben.

Der Tagungsband wird in Form einer CD-ROM voraussichtlich im Sommer 2005 an die Tagungsteilnehmer versendet. Eine CD pro Tagungsteilnehmer ist in der Tagungsgebühr enthalten. Zusätzlich können gedruckte Tagungsbände und CDs beim Tagungsbüro während der Tagung oder anschließend (zu einem höheren Preis) bei der DEGA-Geschäftsstelle bestellt werden. Gedruckte Tagungsbände sind in der Tagungsgebühr nicht enthalten.

Tagungsbegleitende Ausstellung

Integraler Bestandteil der DAGA'05 ist die Möglichkeit zur Präsentation von Geräten, Verfahren und technischen Werkstoffen (Ausstellung). Wenn Sie daran teilnehmen möchten, wenden Sie sich bitte frühzeitig an die Tagungsorganisation.

Weitere Informationen:

Sophie Wermke
Müller-BBM VAS GmbH
Robert-Koch-Str. 13
82152 Planegg
E-Mail: ausstellung@daga2005.de

Bis zum 30.12.04 haben sich folgende Firmen zur Tagungsbegleitenden Ausstellung angemeldet:

- 01dB GmbH
- Akustik Technologie Göttingen
- Braunstein + Berndt GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH
- BSW GmbH
- Datakustik GmbH
- deBAKOM GmbH
- G.R.A.S. Sound & Vibration A. S.
- HEAD acoustics GmbH
- LMS Deutschland GmbH
- Microflow Technologies BV
- Müller-BBM VibroAkustik GmbH
- Norsonic Tippkemper GmbH

- Novicos GmbH
- Schalltechnik Süd & Nord GmbH
- Sennheiser electronic GmbH & Co. KG.
- Sinus Messtechnik GmbH
- SONY Precision Technology Europe GmbH
- Wölfel Meßsysteme · Software GmbH + Co. KG

Produkt-Forum

Erstmals wird in diesem Jahr ein Produkt-Forum angeboten. Dieses findet im Anschluß an die Eröffnungsfeierlichkeiten und die damit verbundenen Plenarvorträge statt. In einer jeweils zweiminütigen Präsentation werden die Aussteller der tagungsbegleitenden Ausstellung die Möglichkeit haben, auf die Besonderheiten ihrer auf der DAGA vorgestellten Produkte und Ideen hinzuweisen.

Um eine möglichst große Zuhörerschaft zu erreichen wird das Produkt-Forum als Plenarveranstaltung ohne parallele Sitzungen stattfinden.

DEGA-Mitgliederversammlung

Am Montagnachmittag, den 14. März 2005, wird die **DEGA-Mitgliederversammlung** stattfinden. Bitte merken Sie sich den Termin vor. Die offizielle Einladung und die Tagesordnung werden auf der DEGA Website publiziert und gehen den Mitgliedern der DEGA mit dem nächsten Sprachrohr zu.

Fachausschuss- und Gremiensitzungen

Folgende Fachausschuss- und Gremiensitzungen wurden mittlerweile organisiert:

- Bau- & Raumakustik (A. Schmitz): Montag Nachmittag
- Fahrzeugakustik (A. Linow): Mittwoch Abend
- Elektroakustik (E.-J. Völker): Donnerstag Mittag
- Hörakustik (J. Hellbrueck): Mittwoch Mittag
- Lärm: Wirkung und Schutz (B. Schulte-Fortkamp): Mittwoch Abend
- Lehre der Akustik (S.-R. Mehra): Mittwoch Mittag
- Musikalische Akustik (G. Ziegenhals): Donnerstag Mittag
- physikalische Akustik (E. Chilla): Mittwoch Abend
- Sprachakustik (H. W. Gierlich): Dienstag Mittag
- Ultraschall (J. Herbertz): Donnerstag Mittag

Die Räume, in denen die Fachausschuß- und Gremiensitzungen stattfinden werden auf der DAGA selbst am Tagungsbüro bekanntgegeben. Zusätzlich werden diese Informationen über einen Flyer in der Tagungstasche verfügbar sein.

Anmeldung zur Teilnahme

Die Anmeldung zur Teilnahme soll vorzugsweise per Internet unter

www.daga2005.de

erfolgen. Ein online Anmeldeformular steht seit Ende September auf der Web-Seite zur Verfügung stehen. Für die schriftliche Anmeldung als Teilnehmer benutzen Sie bitte das Anmeldeformular, das ebenfalls von der Webseite heruntergeladen oder bei der DEGA-Geschäftsstelle angefordert werden kann.

Teilnahmegebühren

Gruppe	Mitglieder ⁽¹⁾	studierend	Rentner ⁽²⁾	EURO früh ⁽³⁾	EURO spät ⁽⁴⁾
1 ⁽⁵⁾	nein	nein	nein	170,-	200,-
2	nein	nein	nein	160,-	190,-
3	nein	nein	ja	100,-	130,-
4	ja	nein	nein	110,-	140,-
5	ja	nein	ja	55,-	85,-
6	nein	ja	nein	40,-	50,-
7 ⁽⁶⁾	nein	ja	nein	50,-	60,-
8	ja	ja	nein	20,-	30,-

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

⁽²⁾:Die Teilnahmegebühren für "Rentner" gelten auch für Erwerbslose.

⁽³⁾:Gebühr bis einschl. 31. Jan. 2005

⁽⁴⁾:Gebühr ab dem 1. Feb. 2005

⁽⁵⁾:*Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft in der DEGA im Jahr 2005

⁽⁶⁾:*Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft als Studierende(r) in der DEGA im Jahr 2005

Die Teilnahmegebühren entnehmen Sie bitte der oben stehenden Tabelle. Das Paketangebot für Nicht DEGA-Mitglieder umfasst neben der Tagungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inklusive des Mitgliedsbeitrags für

das Jahr 2005. Dieses Paketangebot ist auf Grund der geringen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv. Nach Ablauf des Jahres 2005 verlängert sich die Mitgliedschaft automatisch. Es gelten dann die regulären Mitgliedsbeiträge. Sollten Sie an einer weiterführenden Mitgliedschaft nicht interessiert sein, teilen Sie dies der DEGA Geschäftsstelle bis spätestens vier Wochen vor Ablauf des Jahres schriftlich mit.

BITTE BEACHTEN: Die Anmeldung eines Tagungsbeitrags ist erst nach Registrierung als Tagungsteilnehmer möglich. Pro Person ist die Anmeldung eines Posters oder eines mündlichen Vortrags in der Teilnahmegebühr enthalten. Weitere Vortrags- oder Posteranmeldungen derselben Person als Erstautor sind nur bei Entrichtung entsprechender Teilnahmegebühren möglich.

Tagungs-CD und Tagungsband

Die Manuskripte der Beiträge zur Tagung (Vorträge und Poster) werden wie üblich als CD-ROM veröffentlicht. Jeder registrierte Tagungsteilnehmer erhält diese CD-ROM im Sommer 2005. Eine gedruckte Version des Tagungsbandes ist gegen eine Kostenbeteiligung von 50,- EURO erhältlich. Dieser Preis gilt als Subskriptionspreis bei Bestellung vor oder während der Tagung. Nachträgliche Bestellungen des Tagungsbandes sind möglich; der Preis beträgt dann 75,- EURO.

Zahlungsweise

Zahlungen innerhalb Deutschlands sollten vorzugsweise per Lastschrifteinzug durchgeführt werden, und aus dem Ausland nur per Kreditkarte, siehe

www.dega-akustik.de

Falls keine Zahlung per Internet veranlasst werden soll, kann auch eine Zahlungsermächtigung von obiger Webseite heruntergeladen werden. Bitte füllen Sie diese aus, und senden Sie diese unterschrieben an das Tagungsbüro oder per Fax zu. Ebenso kann der Betrag auf folgendes Konto überwiesen werden:

Konto-Inhaberin: DEGA e.V.
Oldenburgische Landesbank
BLZ: 280 200 50
Konto-Nr.: 10 837 201 05

Tagungsort München

Informationen zum Tagungsort München und der Umgebung können beispielsweise im Internet über folgende Adresse eingeholt werden:

www.muenchen.de

www.bayern.de

Als Ausgangspunkt für Hotelbuchungen können Sie die auf www.daga2005.de bereitgestellte Webpage nutzen oder z.b. über www.hotel.de eine Internet-Suche starten.

Termine

- *31. Januar 2005*: letzter Termin für die Einzahlung der regulären Teilnahmegebühren für Tagungsteilnehmer ohne Poster oder Vortrag
- *14. März 2005*: Vorkolloquien, DEGA Mitgliederversammlung
- *15. März – 17. März 2005*: DAGA'05-Tagung, Abgabe der druckfertigen Tagungsbeiträge möglichst in elektronischer Form als pdf-Datei (über das bereitgestellte Web-Interface)
- *Sommer 2005*:
Versand der CD-ROM sowie der geordneten (kostenpflichtigen) gedruckten Tagungsbände

Montag, 14.03.2005

**Vorkolloquium: Von der Psychoakustik zur
Mensch-Maschine-Kommunikation**

Mo. 13:30 N 1070 Vorkolloquium Psychoakustik zur MMK

Die Münchener Schule der Psychoakustik

Hugo Fastl

AG Technische Akustik , MMK , TU München

Die Münchener Schule der Psychoakustik wurde 1967 von Professor Eberhard Zwicker gegründet. Schwerpunkte der Forschung waren und sind Untersuchungen von Hörempfindungen wie Tonhöhe, Lautheit, Schärfe, Subjektive Dauer, Schwankungsstärke oder Rauigkeit. Mit Psychoakustischen Tuningkurven, Mithörschwellen-Periodenmustern, Otoakustischen Emissionen sowie hydromechanischen, analogen und digitalen Innenohrmodellen wurden Brücken zur Physiologie geschlagen. Darüber hinaus wurden Algorithmen zur Berechnung der Lautheit oder der Virtuellen Tonhöhe entwickelt. In den letzten Jahren wurden insbesondere auch Anwendungen psychoakustischen Grundlagenwissens bei der Geräuschbeurteilung oder dem sound quality design studiert. Jüngste Untersuchungen beziehen kognitive Effekte sowie audio-visuelle Interaktionen mit ein. Im Vortrag werden die Entwicklungsstufen anhand visueller, akustischer sowie audio-visueller Darbietungen erläutert.

Mo. 14:00 N 1070 Vorkolloquium Psychoakustik zur MMK

**Hören, Kognition und Verhalten - Psychoakustik aus Sicht
der Psychologie**

Jürgen Hellbrück

Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt

Die Psychoakustik beschreibt die Zusammenhänge zwischen akustischen Reizen und den dadurch beim Menschen hervorgerufenen Empfindungen. Psychologie ist die Wissenschaft vom Erleben und Verhalten. In diesem Beitrag wird versucht, Psychoakustik mit kognitions- und verhaltenspsychologischen Funktionen in Beziehung zu setzen und die daraus resultierenden Implikationen für die Mensch-Maschine-Kommunikation beispielhaft zu diskutieren. Dabei werden eigene Forschungsergebnisse

und Entwicklungen referiert. Diese betreffen vor allem Wirkungen von irrelevantem Hintergrundschall auf Prozesse des phonologischen Kurzzeitgedächtnisses und Prozesse der zentralen Exekutive (bewusste Entscheidungsprozesse). Hier zeigt sich, dass Hintergrundschall mit ausgeprägter zeitlicher Charakteristik in einer sehr spezifischen Weise das serielle Kurzzeitverhalten sprachlicher Items signifikant beeinträchtigt, und zwar unabhängig von deren Lautstärke. Aufgaben jedoch, die insbesondere zentral-exekutive Prozesse erfordern, erweisen sich eher als anfällig für die Lautstärke des Schalls. Diese Befunde werden anhand von Modellen der menschlichen Informationsverarbeitung erklärt. Praktische Implikationen, beispielsweise für bestimmte Büroarbeitsplätze aber auch für Fahrerinformations- und -assistenzsysteme werden diskutiert. In diesem Zusammenhang werden über die eigenen Untersuchungen hinausgehend weitere Phänomene und Effekte zur Sprache kommen, die für die Bedeutung der auditiven Wahrnehmung für kognitive Prozesse und Verhalten im Rahmen der Mensch-Maschine-Kommunikation relevant sind.

Mo. 14:30 N 1070 Vorkolloquium Psychoakustik zur MMK

Welten, Scheinwelten ... und die Wurzeln der Psychoakustik

Jens Blauert

Ruhr-Universität Bochum

Erkenntnisse der Psychoakustik haben in letzter Zeit zunehmende Bedeutung in der Technik erlangt. Dabei kann oft beobachtet werden, dass die wissenschaftliche Psychoakustik überschätzt wird, indem von ihr Dinge erwartet werden, die sie nicht leisten kann. Andererseits wird die Psychoakustik aber auch unterschätzt, insbesondere indem sie als 'subjektiv' und somit als ein bißchen 'unsolid' angesehen wird. Es wird die Aufgabe dieses Beitrages sein, den Standort der Psychoakustik im Konzert der empirischen Wissenschaften möglichst klar aufzuzeigen. Dabei wird auf eine stringent phänomenale, d.h. wahrnehmungsbezogene Argumentation Wert gelegt. Beispiele aus dem Bereich der Virtuellen Umgebungen werden zur Verdeutlichung herangezogen.

Mo. 15:30 N 1070 Vorkolloquium Psychoakustik zur MMK

Neue Möglichkeiten der MMK im Umgang mit Multimedia-Inhalten

Armin Kohlrausch

Philips Research Laboratories Eindhoven

Die Entwicklung der Psychoakustik in den letzten 100 Jahren ist immer stark verknüpft gewesen mit technologischen Entwicklungen und daraus abgeleiteten wissenschaftlichen Fragen über die Wirkungsweise des Gehörs. So starteten die Forschungslaboratorien des 'Bell Telephone System' um 1914 ein umfangreiches Forschungsprogramm zu Sprache und Gehör, um den Entwurf von Telefonsystemen zu verbessern. Auch heute beeinflussen psychoakustische Kenntnisse die Entwicklung neuer Mediensysteme und dafür möchte in meinem Vortrag zwei Beispiele bringen. Das erste betrifft moderne Verfahren der Datenreduktion bei digitalen Audiosignalen. Bei den frühen Verfahren zur digitalen Audiokompression, seit 1992 festgelegt in verschiedenen MPEG Standards (von denen das MP3 Verfahren die größte Bekanntheit erreicht hat), wurde vor allem das Phänomen der spektralen Maskierung ausgenutzt: Das bei der Amplitudenquantisierung entstehende Fehlersignal wurde spektral so geformt, dass es optimal durch das Musiksignal maskiert wurde. Ich möchte in dem Vortrag neuere Ansätze vorstellen, bei denen das Audiosignal durch verschiedene Signalformen wie Transienten, Sinuskomponenten, oder Rauschen parametrisch beschrieben wird. Solche Signalrepräsentationen erlauben nicht nur eine starke Datenreduktion, sondern eröffnen auch neue Möglichkeiten der Signalmanipulation, wie z.B. Variation der Dauer oder der Frequenz. Ein zweites Gebiet ist die automatische Inhaltsanalyse von Audiosignalen, wie sie z.B. zur automatischen Klassifikation in verschiedene Musikgenres benötigt wird. Hierbei zeigt sich, dass die Verwendung psychoakustisch motivierter Signalfeatures häufig eine bessere Klassifikation ermöglicht als direkt aus dem Signal abgeleitete, sogenannte low-level Features.

Mo. 16:00 N 1070 Vorkolloquium Psychoakustik zur MMK

Potenzial von MMK-Technologien für zukünftige Fahrzeug-Bedienkonzepte

Klaus Bengler

BMW Forschung und Technik GmbH

Die Entwicklung des Automobils ist von Anfang an zwangsläufig mit Fragen der Bedienung durch den Fahrer und der Darstellung und Wahrnehmung von Informationen verknüpft. In den letzten Jahrzehnten der Automobilentwicklung nahm die Anzahl von Anzeigen- und Bedienelementen im Fahrzeug deutlich zu. Dieser Prozeß war vor allem durch die Mikroelektronik getrieben, die neue Funktionen vor allem im Komfortbereich ermöglichte. Die damit verbundenen Ansprüche des Nutzers an den Fahrerarbeitsplatz lassen sich nur durch die Integration innovativer Technologien unter Berücksichtigung ergonomischer und psychologischer Erkenntnisse erfüllen. Mittlerweile spielen hier neben der manuell-visuellen Bedienung auch verschiedenste Erkennungstechnologien - häufig unter schwierigen Umgebungsbedingungen - eine ausschlaggebende Rolle. So stellt die zum Beispiel Integration der Sprachverarbeitung einen wesentlichen Bestandteil des iDrive-Konzeptes dar. Sprache ermöglicht direkte Funktionsaufrufe ohne einen Menüpfad zu durchlaufen und trägt damit zur Intuitivität und Bediensicherheit bei. Das Sprachverarbeitungssystem ist sehr zuverlässig und erlaubt eine redundante Bedienung eines breiten Funktionsumfangs. Ein historischer Überblick und ein Ausblick bezüglich möglicher Interaktionstechnologien der Zukunft zeigen, daß gerade das Automobil eine anspruchsvolle Domäne darstellt für die Entwicklung von Technologien der Mensch Maschine Interaktion.

Mo. 16:30 N 1070 Vorkolloquium Psychoakustik zur MMK

Multimodale Mensch-Maschine-Kommunikation in München: Stand der Forschung und Ausblick auf zukünftige Entwicklungen

Gerhard Rigoll

Lehrstuhl für Mensch-Maschine Kommunikation, TU München

Ausgehend von den Anfängen der sechziger Jahre, hat der damalige Lehrstuhl für Elektroakustik, basierend auf seinen Kernkompetenzen, immer wieder neue Forschungsgebiete erschlossen, die sich in einem direkten Umfeld der Elektroakustik und

Psychoakustik befanden, ohne dabei die Forschungskompetenzen in dem ursprünglichen Arbeitsgebiet aufzugeben. Da man sich in der Psychoakustik intensiv mit dem 'System Mensch' beschäftigt und hierfür moderne Methoden der Signalverarbeitung zum Einsatz kommen, lag es nahe, diese Methoden auch auf andere Aspekte der menschlichen Kommunikation und Sinneswahrnehmung anzuwenden und so wurde im Verlauf der letzten 30 Jahre erfolgreich der Weg von der Psychoakustik zur multimodalen Mensch-Maschine-Kommunikation beschritten, bei der das Gebiet 'Hören' immer noch eine der wichtigsten Modalitäten repräsentiert. Der heutige Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation versteht sich als ein Forschungsinstitut, das ein möglichst breites Methodenspektrum in dem sehr weiträumigen und vielfältigen Gebiet der multimodalen Mensch-Maschine-Kommunikation abdecken möchte, ohne dabei den Blick in die wissenschaftliche Tiefe zu verlieren, die notwendig ist, um entscheidende methodische Fortschritte auf diesem Gebiet zu erzielen.

In dem Vortrag sollen die Aktivitäten des Lehrstuhls im Bereich der akustischen und visuellen Mensch-Maschine-Kommunikation und der Stand der Forschung näher beschrieben werden. Es zeigt sich, dass wirklich multimodale Mensch-Maschine-Schnittstellen, in denen tatsächlich verschiedene Interaktionsparadigmen in sich ergänzender Art und Weise eingesetzt werden, in der Realität nur sehr selten existieren und dementsprechend ergibt sich hieraus ein erheblicher weiterer Forschungsbedarf, der mit einem Ausblick auf zukünftige Entwicklungen diskutiert werden soll.

Vorkolloquium: Aktive Systeme in der Akustik

Mo. 13:00 N 1080

Vorkolloquium Aktive Systeme

Aktive Lärminderung von axialen Turbomaschinen

Lars Enghardt, Ulf Tapken, Jan Schulz

DLR Berlin, Abt. Turbulenzforschung

Lärm von Turbomaschinen in Strömungskanälen besitzt bei hohen Drehzahlen des Rotors und großem Kanaldurchmesser eine komplexe modale Struktur. Dies gilt beispielsweise für das vom Fan eines Flugzeugtriebwerks in den Einlauf und in den Nebestromkanal abgestrahlte Schallfeld. Der Rotor erzeugt in Wechselwirkung mit dem Stator diskrete Töne, die eine hohe Schallintensität im Vergleich zum breitbandigen Lärm besitzen. Durch den Einsatz passiver Absorber lässt sich in der Regel keine ausreichende Lärminderung der Töne erzielen. Eine aktive Bekämpfung der Töne stellt deshalb eine sinnvolle Ergänzung der standardmäßig eingesetzten Lärminderungsmaßnahmen dar. Der Vortrag präsentiert die Ergebnisse einer aktiven Unterdrückung von Fan-Tönen an einem Modell-Triebwerk mit Hilfe eines 32-kanaligen Regelungssystems. Die Signale von 32 wandbündig eingebauten Mikrofonen wurden in einem Controller verarbeitet. Das Ergebnis dieser Verarbeitung diente dann als Anregungssignale für 32 wandbündig eingebaute Lautsprecher. Bei diesen Experimenten wurde die Modenmesstechnik zur quantitativen Analyse des Regelungserfolgs eingesetzt.

Alternativ zu Lautsprechern können durch gezielte Beeinflussung der Strömung im Bereich der Rotorblattspitzen aeroakustische Schallquellen erzeugt werden. Dies ist beispielsweise durch konstantes oder periodisches Einblasen von Pressluft durch Düsen in der Nähe der Rotorblattspitzen möglich. Die Technik wurde im Laborversuch erfolgreich als Gegenschallquelle zur aktiven Lärminderung getestet.

Ein aktueller Laborversuch zur aktiven Regelung von Turbomaschinenschall mit höheren Moden beschäftigt sich mit der Optimierung der Synthese des sekundären Schallfelds. Der Regelaufwand soll sowohl durch geschickte Verringerung der Mikrofon- und Lautsprecheranzahl als auch durch Einsatz eines Blockregelungsalgorithmus im Frequenzbereich minimiert werden.

Mo. 13:30 N 1080

Vorkolloquium Aktive Systeme

Antischall-Fenster in Theorie und (Labor)-PraxisAndre Jakob*Institut für Technische Akustik*

In den letzten Jahren wurden am Institut für Technische Akustik der TU Berlin die Möglichkeiten der Verbesserung der Schalldämmung von Doppelglasfenstern durch aktive Maßnahmen in Theorie und Praxis erforscht. Es wurde sowohl die Einleitung von Luftschall in den Fensterhohlraum als auch die Einleitung von Kräften auf die Scheiben untersucht. Für die theoretischen Untersuchungen wurde ein analytisches Modell eines aktiven Doppelglasfensters aufgestellt, das auf den entsprechenden Wellengleichungen für die Biegewellen der Glasscheiben und die Luftschallwellen im Hohlraum zwischen den Scheiben basiert. Mit diesem Modell wurden umfangreiche Parametervariationen durchgeführt, die einige Hinweise auf die Wirkungsweise aktiver Doppelglas-Fenster lieferten.

Zur praktischen Laboruntersuchung wurde ein Antischall-Versuchsfenster im Fensterprüfstand des Institutes aufgebaut und umfangreiche Messungen in Feedforward- und Feedback-Anordnung, mit unterschiedlichen Lautsprecher- und Mikrofonanzahlen sowie -anordnungen bzw. -kombinationen, mit verschiedenen Geräuscheszenarien und auch mit Schwingerregern als Alternative durchgeführt.

Der Vortrag gibt einen Überblick über das Projekt und stellt die wesentlichsten Ergebnisse inklusive bisher nicht veröffentlichter Resultate dar. Die physikalische Wirkungsweise des Antischallfensters wird erläutert und ein Ausblick in Richtung auf eine potentielle industrielle Realisierung versucht.

Mo. 14:00 N 1080

Vorkolloquium Aktive Systeme

Inverse Steuerung von Festkörperaktoren und ihre Anwendung in Systemen zur SchwingungsdämpfungKlaus Kuhnen*Lehrstuhl für Prozessautomatisierung (LPA)*

Ein entscheidender Grund für das stark gestiegene Interesse an piezoelektrischen und magnetostriktiven Materialien besteht darin, daß die genannten Werkstoffe neben aktorisch nutzbaren Effekten zugleich auch sensorisch nutzbare Effekte aufweisen und

daher aktorische und sensorische Funktionen im mechatronischen Gesamtsystem übernehmen können. Diese Multifunktionalität der piezoelektrischen und magnetostriktiven Materialien begünstigen einen sehr kompakten, einfachen und kostengünstigen mechatronischen Systemaufbau. Darüberhinaus liefern sie hohe Kräfte bei hohen Frequenzen aber geringen Auslenkungen und sind damit prädestiniert für die aktive und semi-aktive Schwingungsdämpfung in mechanischen Strukturen.

Aufgrund hoher Ansteueramplituden zur Erhöhung der Auslenkung treten in der Praxis in den genannten Werkstoffen in unterschiedlich starker Ausprägung unerwünschte komplexe Hystereseeffekte auf, die einen Einsatz in Systemen zur Schwingungsisolation, -tilgung und -dämpfung erheblich erschweren.

Im Vortrag werden Verfahren zur Kompensation der komplexen hysteresebehafteten Nichtlinearitäten in Echtzeit vorgestellt und deren Wirkungsweise am Beispiel eines magnetostriktiven Schwingungstilgers demonstriert. Diese Elemente werden vorwiegend zur Schwingungsdämpfung in Flugzeugstrukturen eingesetzt und führen zu einer reduzierten Schallabstrahlung ins Innere des Flugzeuges.

Mo. 15:00 N 1080

Vorkolloquium Aktive Systeme

Aktive Pulsations- und Geräuschminderung an hydraulischen Komponenten und Systemen

Eneko Goenechea

Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen (IFAS)

Die Ansprüche an die akustischen Qualitäten von Kraftfahrzeugen steigen weiterhin stetig an. Diese Entwicklung macht daher auch vor hydraulischen Nebenaggregaten wie der Servolenkung oder aktiven Fahrwerkssystemen nicht halt. Da diese vom Fahrer zumeist als störend empfundenen Geräuschquellen von den leiser werdenden Motoren schwächer maskiert werden, müssen sie leiser werden. Gleichzeitig steigt die installierte Leistung für die schwerer werdenden Fahrzeuge stetig an. Die BMW AG hat daher ein Forschungsprojekt in Auftrag gegeben, um neue Wege zu erforschen, die Schallerzeugung und -weiterleitung in hydraulischen Systemen von Pkw zu mindern.

Hydraulische Systeme übertragen Schall insbesondere als Flüssigkeits- und Körperschall über mittlere Entfernungen. Dieser entsteht vornehmlich in der Pumpe eines Systems als Volumenstrompulsation bzw. Schwingung sowie in den Ventilen und Aktoren zumeist als Druckstöße bzw. Impulse.

In diesem Projekt wurden neue Wege beschritten, um den Flüssigkeitsschall, der in der Pumpe eines hydraulischen Systems entsteht und über die Rohrleitungen und die Karosserie in den Innenraum übertragen wird mittels aktiver Gegenschallmaßnahmen zu mindern. Dazu musste ein Schallerzeuger entwickelt werden, der die notwendige Schalleistung mit bis zu 1000 Hz im Öl zur Verfügung stellt. Dies wurde mittels eines direktgesteuerten piezoelektrischen 2/2-Wegeventils erreicht. Das Aktiv-Steuergerät wurde vom Projektpartner Müller-BBM zur Verfügung gestellt und integriert.

Aus einem von der BMW AG zur Verfügung gestellten Pkw wurden die Dämpfungsmaßnahmen ausgebaut und das experimentelle, aktive System eingesetzt. Damit wurden Reduktionen des Flüssigkeitsschalls um bis zu 25 dB erzielt.

Mo. 15:30 N 1080

Vorkolloquium Aktive Systeme

Aktive Schwingungskompensation zur Innengeräuschminderung in Fahrzeugen

Ferdinand Svaricek, H.-J. Karkosch, P.m. Marienfeld, K. Kowalczyk

Institut für Systemdynamik und Flugmechanik

Das Innenraumgeräusch moderner Fahrzeuge setzt sich aus vielen einzelnen Geräuschquellen zusammen. Neben den Fahrbahnanregungen und der aerodynamischen Anregungen ist heute wie früher der Verbrennungsmotor eine der Hauptschwingungsquellen im Fahrzeug. Diese Schwingungen gelangen als Körperschall über die Schnittstelle "Motorlagersystem" in den Fahrgastinnenraum. Dort werden sie zum Teil wieder als Luftschall emittiert und sind für die Insassen als Geräusch oder störende Vibrationen wahrnehmbar.

Um diesen Übertragungspfad zu eliminieren, sollte das Motorlagersystem ideal weich sein, um die Antriebseinheit bestmöglich zu isolieren. Auf der anderen Seite hat das Motorlagersystem u.a. die Aufgabe, die statische Last sowie das Antriebsmoment zu stützen. Aus der letzteren Aufgabe resultiert eine möglichst hohe Steifigkeit der Lagerung, was im Zielkonflikt zu der akustischen Optimierung des Fahrzeugs steht.

Ein Lösung dieses Konflikts bietet der Einsatz ansteuerbarer Aktoren (aktive Tilger, aktive Motorlager). Sie erlauben eine herkömmliche evtl. auch steifere Auslegung des Motorlagersystems, da sie die auftretenden Schwingungen an der Schnittstelle aktiv kompensieren. Durch die aktive Ansteuerung der Aktoren ist es

auch möglich, gezielt einzelne Motorordnungen zu reduzieren, zu kompensieren oder auch zu verstärken. Je nach Gesamtschwingungsverhalten des Fahrzeugs hat dieses zur Folge, dass aktive Tilger das Innenraumgeräusch signifikant reduzieren können. Insbesondere bei den zur Zeit immer häufiger eingesetzten Zylinderabschaltbaren und Hybrid-Motoren ist die aktive Beeinflussung der Übertragungsschnittstelle von großer Bedeutung.

Dieser Beitrag wird zu Beginn die grundlegende Funktionsweise der aktiven Systeme erläutern. Insbesondere werden hier am Beispiel eines von der ContiTech Vibration Control GmbH entwickelten aktiven Tilgersystems die Systemkomponenten eines solchen mechatronischen Systems beschrieben. Zum Schluss wird die Wirkungsweise anhand von Ergebnissen aus dem Fahrversuch aufgezeigt.

Mo. 16:00 N 1080

Vorkolloquium Aktive Systeme

Aktive Abgas-Schalldämpfer für PKW - Chancen und Risiken

Jan Krüger, Frank Castor, Rolf Jebasinski

J. Eberspächer GmbH & Co. KG

Die Firma Eberspächer beschäftigt sich seit über 10 Jahren aktiv mit der Umsetzung des bekannten Prinzips der 'Wellenauslöschung durch Antischall' bei Abgasanlagen. Die grundsätzliche technische Machbarkeit eines solchen Schalldämpfers im Labormaßstab und unter idealisierten Randbedingungen konnte bereits Anfang der 90-er Jahre nachgewiesen werden. In der darauf folgenden Zeit herrschte im Markt eine erhebliche Euphorie. Die nötige Entwicklungsarbeit an diversen praktischen Details, ohne deren Lösung ein dauerhafter Betrieb an einer realen Abgasanlage unmöglich ist, wurden jedoch häufig unterschätzt. Dazu gehören zweifelsohne der enorme Schalldruckpegel und die hohe Abgastemperatur sowie deren Änderungen während des Betriebes.

Hinzu kam sicher auch, daß die Soft- und Hardware trotz des viel beschworenen Fortschrittes gerade auf diesem Gebiet noch keinen wettbewerbsfähigen Stand erreicht hatten, so daß einige hochgesteckte Erwartungen nicht erfüllt werden konnten. Unabhängig von diesem Auf- und Ab wurden die beschriebenen Themen bei Eberspächer, im Verbund mit kompetenten Partnern, kontinuierlich weiter bearbeitet. Im Jahr 2003 wurde ein neues Demonstrationsfahrzeug aufgebaut. Im Vortrag soll auf die erzielten Ergebnisse und die möglichen Anwendungsfelder eingegangen werden. Andererseits soll nicht verschwiegen bleiben, daß

sich während der Entwicklung Probleme und Risiken zeigten, die es zu lösen gilt, wenn eine wirtschaftliche Serieneinführung gelingen soll.

Mo. 16:30 N 1080

Vorkolloquium Aktive Systeme

Aktive Geräuschminderung und Active Sound Design in Fahrzeuginnenräumen

Rolf Schirmacher, Fabian Evert, Roland Lippold
Müller-BBM GmbH

Die Minderung des Motorengeräusches im Fahrzeug stellt eine der meistdiskutierten Anwendungen der aktiven Geräuschminderung dar. Die Gründe hierzu liegen in den wesentlichen Eigenschaften dieser Anwendung sowohl bezüglich der Akustik als auch der damit verbundenen Signalverarbeitung: PKW-Innenräume sind mehr oder weniger "klein" und gestatten damit die globale aktive Minderung im gesamten relevanten Innenraum. Außerdem sind Motorgeräusche durch harmonische Signalkomponenten der Drehfrequenz geprägt und damit gut vorhersagbar.

In Ergänzung zur reinen Geräuschminderung hat sich die aktive Gestaltung des motorbezogenen Fahrzeugklangs (Active Sound Design) zu einem wesentlichen Merkmal aktiver Systeme entwickelt. Dieses Verfahren wird zwischenzeitlich weltweit von Fahrzeugherstellern zur Definition und Erprobung der Klänge künftiger Fahrzeuge in der Entwicklung eingesetzt.

Der Vortrag stellt die aktuellen Möglichkeiten und Grenzen derartiger Systeme sowie ihre relevanten akustischen Grundlagen vor und diskutiert künftige Einsatzmöglichkeiten und Erweiterungen.

Dienstag, 15.03.2005

Di. 9:00 Audimax

Eröffnung der DAGA '05

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

Di. 12:00 Audimax

Produkt-Forum

Produkt-Forum

Das Produkt-Forum stellt eine der Neuerungen der diesjährigen DAGA Tagung dar. Es soll den Ausstellenden Firmen die Möglichkeit geben, in einer Plenarveranstaltung auf ihre jeweiligen Produkte aufmerksam zu machen.

Dazu stehen jedem Aussteller zwei Minuten zur Verfügung, die er für eine Präsentation nutzen kann.

Fachvorträge Dienstag

Di. 14:00 HS 0601

Stimme und Sprache

Physiological investigations of fundamental frequency control in German

Phil Hoole, Suse Fuchs, Daniel Pape, Kiyoshi Honda, Emi Murano

Institut für Phonetik, LMU München

Many investigations have established the importance of the cricothyroid muscle in the control of F0 in speech. However, the physiological foundations of some segmental perturbations of F0 are still not well understood. Here, we consider two specific areas. (1) F0 is generally higher following voiceless than voiced consonants. However, it is still not clear whether this is simply a side-effect of using the cricothyroid to stretch the vocal folds as a mechanism to inhibit voicing, whether speakers actually plan to raise F0 to enhance the voicing distinction, or whether aerodynamic effects are also involved. Results for (to date) three speakers showed consistently higher cricothyroid activity for voiceless consonants. However, its timing suggested that it might not be just to suppress voicing, but could also actively enhance F0 differences on adjacent vowels. (2) Vowel intrinsic pitch. One quite consistent but puzzling finding is that German lax vowels have a higher intrinsic pitch than biomechanical explanations for intrinsic pitch would predict (tongue fronting/raising acts via the hyoid bone to alter the tension of the vocal folds). Front lax vowels have much lower and less fronted tongue position but not consistently lower F0 than their tense counterparts. This suggests that F0 may be actively raised by cricothyroid activity for the lax vowels. Some evidence for this was found. The results of both areas will be discussed with respect to their implications for German word prosody.

Di. 14:25 HS 0601

Stimme und Sprache

A new imaging system for evaluating disordered vibration of the vocal folds

Qingjun Qiu, Ales Vetesnik, Harm K. Schutte
Groningen Voice Research Lab.

Introduction Videokymography registers the movements of the vocal folds with a high time resolution on a line perpendicular to the glottis and provides an applicable solution.

Aims The new imaging system will implement the following functions: 1. The two dimensional video, on which the position of the scanning line is shown, and a line scan without the blanking interval will be obtained synchronously. 2. a stroboscopic function with a high image resolution in a two-dimensional color video registration will show the movements of the vocal folds in still or slow motion.

Methods Two kinds of image sensor are applied, one of which, color matrix CCD, is used to capture two-dimensional stroboscopic image, and the other one, monochrome linear CCD, is for kymographic sampling. For triggering the stroboscopic function, a digital signal processor (DSP) platform is adopted, in which a robust pitch detection algorithm (PDA), based on autocorrelation. This system provides output triggering pulses related to the fundamental frequency (F0).

Results The first prototype of the new imaging system is built In high-speed mode, it can provide 7812.5 lines with 768 pixels and 25 two-dimensional frames with 384 x 288 pixels per second at the same time. In stroboscopic function, it shows 25 two-dimensional color frames per second with 768 x 576 pixels. The range of fundamental frequency determination is from 50 to 500 Hz.

This research is supported by the Technology Foundation STW, applied science division of NWO and the technology programme of the Ministry of Economic Affairs in the Netherlands.

Di. 14:50 HS 0601

Stimme und Sprache

Glottal opening in voiceless consonant production: A comparison between whispered and normal speech

Suse Fuchs, Phil Hoole, Klaus Dahlmeier

Zentrum für Allgemeine Sprachwissenschaft

Whispering can generally be characterised by an absence of voicing and a reduced intelligibility in comparison to normal speech. So far it has been of particular methodological interest for the perception of vowels, since it allows to study spectral energy independent of fundamental frequency. Only a few studies considered consonant production. Slis and Cohen (1969) suggested for consonant production that whispering would be essentially the same as normal speech, but without voicing. More recent work from Higashikawa et al. (2003) provides evidence for different motor control strategies regarding bilabial closure production in whispered and normal speech. The aim of this study was to test

the two hypothesis with respect to glottal opening in voiceless consonant and consonant cluster production. By means of simultaneous transillumination, fiberoptic film and acoustic recordings we analysed glottal adjustment in whispered and normal (conversational) speech for three German speaking subjects. Preliminary results for two subjects provide evidence that glottal opening is produced for the voiceless consonants, but its overall duration is significantly longer compared to normal. Although the duration of glottal opening is longer, its amplitude is considerably reduced. Results will be discussed with respect to motor control strategies and possible perceptual and aerodynamic explanations.

Di. 15:15 HS 0601

Stimme und Sprache

Vergleich des Stimmumfangs gesangstrainierter und untrainierter Kinder mit Hilfe eines Stimmfeldmessprogramms

Diana Houben, Philipp Heck, Christiane Neuschaefer-Rube, Malte Kob, Bernd Kröger

RWTH Aachen, UKA - Phoniatrie

Quantitative Aussagen über die trainierte Kinderstimme zu treffen ist ohne weiteres nicht möglich, da bisher keine Normdaten vorliegen. Die stimmliche Entwicklung im Verlauf des Kindes- und Jugendalters zeigt verschiedene Fluktuationsphasen auf. Aus stimmprophylaktischer Sicht sind jedoch genau diese quantitativen Informationen wichtig, um eine Unter- bzw. Überforderung der Kinder und damit eventuelle Stimmstörungen zu vermeiden. Die so genannte "Stimmfeldmessung" ist eine geeignete Methode, um Stimmumfänge von Kindern zu messen und zu analysieren. Bei einer Stimmfeldmessung werden die Intensitäts- und Frequenzdaten eines Probanden aufgenommen, wodurch eine Messkurve in Form einer Fläche entsteht, die man "Stimmfeld" nennt. Aus den Daten des Stimmfelds kann der erfahrene Logopäde oder Phoniater für verschiedene Sachverhalte wichtige Daten interpretieren. Ein Stimmfeld wird aufgenommen, um Aufschluss über die stimmlichen Möglichkeiten oder über eventuell bestehende Pathologien zu erhalten, aber auch um Therapie zu evaluieren oder allgemein, um vokale Veränderungen aufzuzeigen. Das am Lehr- und Forschungsgebiet für Phoniatrie und Pädaudiologie der RWTH Aachen entwickelte Computerprogramm, das zur Datensammlung dieser Studie benutzt wurde, wurde gemäß der von der Union of European Phoniatics (UEP) empfohlenen Standards konzipiert. Auf Basis der gemessenen Frequenz-

und Intensitätswerte wurden verschiedene statistische Analyseverfahren zur Interpretation der Daten angewandt. Hierbei wurden Leistungsmerkmale der Kinderstimme, wie der physiologische Stimmumfang untersucht. Es wurden die Ergebnisse gesangstrainierte Kinder ($n=22$) mit denen nicht trainierter Kindern ($n=22$) verglichen. Es wurde versucht die Hypothese zu belegen, dass gesangstrainierte Kinder einen größeren Stimmumfang haben als die untrainierte Vergleichsgruppe, wobei die stets umstrittenen geschlechtlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Subgruppen herausgearbeitet wurden.

Di. 16:05 HS 0601

Stimme und Sprache

Spektrale und stimmliche Charakteristika bei globaler und lokaler Lautstärkevariation

Christine Mooshammer, Jennifer Schneeberg

IPDS

Vom Wortakzent im Deutschen wird angenommen, dass er hauptsächlich durch einen vermehrtem subglottalem Luftdruck erzeugt wird, was als lokale Lautstärkeerhöhung aufgefasst werden kann. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die stimmlichen Charakteristika von lexikalisch betonten und unbetonten Silben (z.B. Lena vs. Lenor) mit globalen Lautstärkeveränderungen bei leisem, normalem und lautem Sprechen zu vergleichen. Im Gegensatz zum Wortakzent wird der Satzakzent hauptsächlich durch Grundfrequenzvariationen signalisiert und somit durch Änderungen der Stimmlippenspannung produziert. Um die Einflüsse von subglottalem Luftdruck und Stimmlippenspannung auf die stimmlichen Parameter zu trennen, wurde neben der globalen Lautstärke und des Wortakzents auch der Satzakzent systematisch variiert. Vier männliche Sprecher wurden mittels Elektrolottographie aufgenommen. Folgende Parameter wurden für alle Perioden während des Testvokals extrahiert: Open Quotient, Speed Quotient sowie Steigungen der glottalen Verschluss- und Öffnungsbewegung. Die Ergebnisse zur globalen Lautstärkevariation zeigten signifikante Unterschiede in RMS, Grundfrequenz, Frequenz des ersten Formanten und die oben erwähnten Quellparameter (mit Ausnahme des Speed Quotienten) für die drei Lautstärken. Insbesondere steilere Flanken des glottalen Pulses lassen auf erhöhten subglottalen Luftdruck bei lautem Sprechen schließen. Im Gegensatz dazu wiesen wortbetonte Vokale häufig keine signifikant unterschiedlichen oder sogar kleinere Steigungen im Vergleich zu unbetonten Silben auf, obwohl bei beiden

Akzentbedingungen wortbetonte Vokale höhere Energie hatten. Deshalb spielt bei Wortakzent die Variation des subglottalen Luftdrucks unserer Meinung nach eine untergeordnete Rolle. Spektrale Analysen sollen zeigen, welche physiologischen Erklärungen für die höhere Intensität bei wortbetonten Vokalen eine Rolle spielen könnten.

Di. 16:30 HS 0601

Stimme und Sprache

Phonatorisch-artikulatorische Kompensation bei einem ALS-Patienten mit schwerer dysarthrischer Sprechstörung

Bernd Kröger, Miriam Siegert, Christiane Neuschaefer-Rube
RWTH Aachen, UKA - Phoniatrie

Im Rahmen einer Untersuchung zur objektiven Abschätzung der Sprechverständlichkeit bei dysarthrischen Sprechstörungen wurde festgestellt, dass die Quantifizierung der Sprechverständlichkeit nur teilweise auf segmental-akustische Merkmale des Sprachsignals zurückgeführt werden kann. Insbesondere konnte festgestellt werden, dass das zur Abschätzung der Verschiffenheit von Verschlusslauten (Plosiven) oft herangezogene Merkmal der Änderung der akustischen Intensität innerhalb der Verschlussphase (Kent et al., J. Commun. Disord. 32, 1999, 141-186) in unserem Korpus keine einheitlichen Tendenzen zeigte. Hierbei fiel ein ALS-Patient mit schwerer dysarthrischer Sprechstörung auf, der in der Lage war, akustische Merkmale der oralen Verschlussbildung z.B. mittels phonatorisch-artikulatorischer Manöver zu imitieren.

Di. 16:55 HS 0601

Stimme und Sprache

Vergleich der Resonanzeigenschaften des Ansatzrohrs mittels LPC- und Impedanzmessungen

Malte Kob, Julia Stoffers, Matthias Lievens, Christiane Neuschaefer-Rube
RWTH Aachen, UKA - Phoniatrie

Die akustische Messung der Resonanzcharakteristik des Raumes zwischen Stimmlippen und Mundöffnung (Ansatzrohr) ermöglicht eine nichtinvasive, objektive Analyse der spektralen Energieverteilung für unterschiedliche Artikulationszustände. Während die übliche Analyse mittels LPC-Verfahren lediglich bei Klängen anwendbar ist, bei der die Glottisfunktion hinreichend stabil ist, kann bei externer Anregung und Bestimmung der akustischen

Impedanz am Mund eine Messung auch bei gestörter oder sogar ohne Phonation erfolgen.

Ein Problem bei der Etablierung eines neuen Verfahrens ist der Anschluß der gemessenen Werte an die Ergebnisse bestehender Verfahren. Ausgehend von der Parametrisierung von LPC-Kurven (Frequenz, Güte, Amplitude) wurden entsprechende Parameter der Impedanzkurve identifiziert. In einer Studie an 35 Frauen und 46 Männern werden die Ergebnisse von Messungen der LPC- und Impedanzkurven für verschiedene Probandengruppen verglichen. Die Analyse zeigt sowohl Unterschiede der Formant- und Resonanzcharakteristik zwischen Männern und Frauen als auch zwischen den beiden Verfahren auf.

Di. 17:20 HS 0601

Stimme und Sprache

Artikulatorische Sprachsynthese mit dem Programm TractSyn. Ein Überblick.

Peter Birkholz, Dietmar Jackel

Institut für Informatik, Universität Rostock

Dieser Beitrag gibt einen Überblick über den aktuellen Entwicklungsstand des artikulatorischen Synthetisators 'TractSyn'. Die Software vereint gegenwärtig ein geometrisches dreidimensionales Modell des Vokaltrakts, ein Modell für die stimmhafte und stimmlose Anregung des Sprechtrakts, eine Simulation der akustischen Wellenausbreitung und ein einfaches Verfahren zur Steuerung der artikulatorischen Parameter. Ausgehend von manuell erzeugten Funktionsverläufen für die Artikulationsparameter erlaubt das System bereits die Synthese zusammenhängender Äußerungen hoher Qualität. Das Projektziel ist jedoch die Spracherzeugung auf der Basis eines beliebigen Eingabetextes bzw. seiner phonetischen Transkription. Das Programm eignet sich durch seinen hohen Grad an Interaktivität und Anschaulichkeit auch für die Ausbildung in der Phonetik und steht im Internet zum Download zur Verfügung.

Di. 14:00 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Adaptive Richtcharakteristik bei Hörgeräten und deren Auswirkung auf das Sprachverstehen im Störschall

Albrecht Hörning

INTERTON Hörgeräte

Es ist allgemein bekannt, dass ein Hörgerät mit Richtcharakteristik in der Schallaufnahme das Verhältnis Signal zu Störschall

verbessert, solange Nutz- und Störschall nicht aus der gleichen Richtung kommen. Auch die Wirkung adaptiver Richtcharakteristik lässt sich unter vorgegebenen Bedingungen eindrucksvoll demonstrieren. Auf der Basis von Tests mit Hörgeräteträgern unter verschiedenen akustischen Bedingungen kann gezeigt werden, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Direktionalitätsindex, der Form der Richtcharakteristik und dem Grad der Verbesserung des Sprachverstehens im Störschall gibt. Erwartungsgemäß tritt eine Verbesserung des SNR zwischen omnidirektionaler Charakteristik und fest vorgegebener Richtcharakteristik ein. Der Einfluss des Direktionalitätsindex, sobald dieser einen bestimmten Wert übersteigt, scheint vernachlässigbar. Die adaptiven Richtcharakteristik bringt eine geringe aber wichtige Verbesserung des SNR im Vergleich zu fest vorgegebener Richtcharakteristik. Eine generelle Vorhersage welchen individuellen Vorteil die Größe des Direktionalitätsindex oder eine gegebene Richtcharakteristik des Hörgerätes für einen Hörgeschädigten hat, lässt sich nicht treffen. Es kann jedoch festgestellt werden, dass der DI für tiefe Frequenzen eine bessere Vorhersage zulässt, als der DI bei hohen Frequenzen.

Di. 14:25 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Messung der Modulationstransferfunktion (MTF) von nichtlinearen Hörgeräten

Richard Schultz-Amling, Stefan Fredelake, Inga Holube, Martin Hansen, Rainer Blum

Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven

Es wird eine neue Methode zur Messung der elektro-akustischen Eigenschaften moderner nichtlinearer Hörgeräte vorgestellt. Elektro-akustische Eigenschaften von Hörgeräten werden zur Zeit nach Normvorschriften wie z.B. IEC 118 bestimmt. Diese dort vorgeschlagenen Messmethoden beruhen im wesentlichen auf den Erfahrungen mit linearen Hörgeräten und einfachen Kompressionsschaltungen. Die Leistungsfähigkeit moderner Hörgeräte, die meist über eine mehrkanalige, nichtlineare und adaptive Signalverarbeitung verfügen, wird also nicht mit berücksichtigt.

In diesem Beitrag werden Messungen der phase-locked modulation transfer function, MTF-PL (Drullman et al., JASA, 1994) für lang andauernde Sprachsignale in Ruhe und mit Störgeräusch (SNR= +8, +10, +4 dB) vorgestellt. Diese Signale wurden als Eingangssignal für verschiedene moderne nichtlineare

Hörgeräte verwendet, die über eine adaptive Signalverarbeitung verfügen, wie z.B. Dynamikkompression und Geräuschreduktion. Die Ausgangssignale jedes Hörgerätes wurden mit einem IEC-711 Kuppler aufgenommen. Aus dem Vergleich von Ein- und Ausgangssignal wurde die frequenz- und modulationsfrequenzabhängige MTF-PL berechnet.

Aus der komplexwertigen MTF-PL wurden folgende Parameter extrahiert, die zur Beschreibung und Unterscheidung verschiedener Hörgeräte nützlich sind: a) die Gesamtzeitverzögerung; b) eine frequenzabhängige Modulationsübertragungsgröße (durch gewichtete Mittelung der MTF-PL), die in engem Zusammenhang mit dem effektiven Kompressionsverhältnis steht; c) die Kohärenz zwischen Ein- und Ausgangssignal. Diese Parameter weisen deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Hörgeräten auf.

Ein wichtiger Vorteil gegenüber herkömmlichen Messmethoden ist die Tatsache, dass realistische Signale verwendet wurden, und keine statischen Sinus- oder Rauschsignale. Außerdem garantiert die Wahl von langen Eingangssignalen, dass sich das Hörgerät angemessen einstellt. Somit ist eine Beschreibung der Leistungsfähigkeit des Hörgerätes in der alltäglichen Situation des Benutzers möglich.

Di. 14:50 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Modeling individual ear canal geometries and the effect of ventilation in hearing aids

Morten Nordahn

Widex A/S

The geometry of individual ear canals interacts with the dimensions of a ventilation canal in determining the acoustic properties and hence the actual gain of the hearing aid. Previous modeling studies of the ventilation effect have not included this interaction. In this study, a comprehensive model of the entire acoustic circuit of the hearing aid, ear and plug has been applied to study the acoustic changes that the drilling of a vent entail in the performance of a hearing aid in the individual ear. The model is designed as a two-port circuit with a high degree of flexibility. Every part of the physical circuit, including receiver, tubing, ear canal, ear drum, venting, and leakage has a corresponding block in the model, which can be altered according to the individual situation that is being modeled.

The results provide an estimation of the spread of real ear acoustic parameters across audible frequencies in a population of virtual hearing aid users. These parameters consist of the hearing aid sound pressure at the ear drum, the directly through-the-vent transmitted sound pressure at the eardrum, and the sound pressure at the exterior opening of the vent. The model has been verified by use of coupler measurements. These investigations confirm the validity of the modeling approach and provide a method for assessing the changes in occlusion effect and the risk of feedback caused by a specific ventilation canal thus providing value during the design phase of a hearing aid plug or shell.

Di. 15:15 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Objektives Sound-Quality-Assessment für komplexe Hörtechniken

Georg Schmalfuß, Jörg Haubold

ciAD

Der Hörgerätenutzer ist der Prüfstein der Qualität einer Hörgeräteversorgung. Die Ergebnisse objektiver Verfahren zur Bestimmung der Versorgungsqualität müssen dem Urteil des Betroffenen daher möglichst nahe kommen. Hinsichtlich des auditiven Aspektes sind psychoakustische Modelle, insbesondere für komplexe Beurteilungen, zur Verknüpfung physikalisch/technischer Parameter und dem subjektiven Höreindruck erforderlich. Neben der Sprachverständlichkeit kommt der Modellierung der auditiven Angenehmheit die größte Bedeutung zu, da sie verschiedene einzelne Hörempfindungen zu einer unmittelbaren Gesamtwertung zusammenfasst. Der Vortrag zeigt auf, welche Anforderungen an ein geeignetes Modell für das objektive Sound-Quality-Assessment komplexer Hörtechniken zu stellen sind und gibt eine Übersicht über die vorliegenden Ansätze.

Di. 15:40 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Vorhersage von Klangqualität und -unterschieden für verschiedene Hörgeräte mittels MCHI

Matthias Fröhlich, Jörg Haubold, Georg Schmalfuß

Siemens Audiologische Technik GmbH

Das MCHI (Model of hearing Comfort for Hearing Impaired people) ermöglicht die Vorhersage der Klangqualität, wie sie von Schwerhörenden wahrgenommen wird. Das Modell basiert auf

der Berechnung der Lautheit und der Klanghelligkeit nach psychoakustischen Modellen, die auf die spezifischen Eigenschaften des beeinträchtigten Gehörs angepaßt sind. Basierend auf diesen Modellaussagen wird die Angenehmheit vorhergesagt, wobei für ein gegebenes Klangbeispiel die von Normalhörenden empfundene Klangqualität als Referenz ebenfalls in das MCHI eingeht. In einer komparativen Studie zwischen 7 verschiedenen Hörgeräten wurde die klangliche Präferenz durch 20 Probanden ermittelt. Das Versuchsdesign war als doppelt-blind Studie ausgelegt, wobei die Probanden einen vollständigen Paarvergleich zwischen den Hörgeräten hinsichtlich der klanglichen Präferenz für die Situationen Sprache in Störgeräusch und Sprache in Ruhe durchführten. Die Ergebnisse aus den Probandenurteilen werden den MCHI basierten Klangqualitätsgrößen und -differenzen gegenübergestellt und diskutiert.

Di. 16:05 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Konsequenzen der binauralen Lautheitssummation für die bilaterale Hörgeräteanpassung

Josef Chalupper, Kristin Rohrseitz, Ingeborg Stemplinger, Uwe Baumann

Siemens Audiologische Technik

Wird ein Signal binaural dargeboten, so erhöht sich seine Lautstärke im Vergleich zur monauralen Darbietung. Literaturdaten deuten daraufhin, daß die binaurale Lautheitssummation bei Schwerhörigen pegelabhängig ist und zwischen 3 dB bei niedrigen Pegeln und 10 dB bei hohen Pegeln beträgt. Eine Intensitätsaddition würde pegelunabhängig 3 dB zur Folge haben. In einem Hörversuch wurde untersucht, auf welche Weise die binaurale Lautheitssummation bei der Berechnung einer bilateralen Zielverstärkung berücksichtigt werden sollte. Mit 21 schwerhörigen Probanden wurden Lautheitsskalierungen mit verschiedenen synthetischen Testsignalen und eine subjektive Beurteilung der Angenehmheit von natürlichen Schallen durchgeführt. Insgesamt wurden 5 Testsituationen untersucht: (1) monaural versorgt - rechts, (2) monaural versorgt - links, (3) binaural versorgt ohne Verstärkungskorrektur, (4) binaural versorgt mit -3 dB Verstärkungskorrektur, (5) binaural versorgt mit pegelabhängiger Verstärkungskorrektur. Die Ergebnisse der Lautheitsskalierung zeigen, daß mit einer Verstärkungskorrektur von -3 dB die binaurale Lautheitssummation ausgeglichen werden kann. Die pegelabhängige Korrektur wird jedoch hinsichtlich der Angenehmheit von den schwerhörigen Probanden bevorzugt.

Di. 16:55 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Anpassung zentraler Hörsystemeigenschaften

Jürgen Tchorz, Michael Boretzki

Phonak AG

Moderne Hörgeräte verfügen über eine Vielzahl an Parametern, die im Rahmen der Anpassung eingestellt werden können. Diese Parameter legen neben der Verstärkung eine ganze Reihe weiterer Hörgeräteoptionen fest. In einer retrospektiven Studie wurde anhand einer großen Anzahl von Anpassungen untersucht, in welchem Maß diese Parameter in der Praxis verwendet und verstellt werden. Dabei standen drei Fragestellungen im Vordergrund: a) inwieweit stimmen die vorberechneten Verstärkungsparameter mit den letztlich gewählten Einstellungen überein, b) werden zusätzliche Einstellungsmöglichkeiten aktiv genutzt, oder blieben die "default" Einstellungen unverändert, und c) konvergiert die eingestellte Verstärkung im Verlauf der Feinanpassungstermine auf einen bestimmten Wert, oder erscheinen die Verstärkungsänderungen eher unsystematisch? Die Ergebnisse haben einen unmittelbaren Einfluss auf die Entwicklung neuer Strategien zur Anpassung von Hörgeräten. In den letzten Jahren haben hörproblemorientierte Anpass-Werkzeuge Einzug in die Anpass-Methodik gehalten. Sie ergänzen die klassischen Hörgeräteparameter-orientierten Anpass-Funktionen. Die jüngsten Entwicklungen und ihre Bedeutung für die Anpass-Methodik werden vorgestellt.

Di. 17:20 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Anpassung moderner Hörsysteme mit Hilfe interaktiver Verfahren

Martin Kinkel

KIND Hörgeräte

Anpassung moderner Hörsysteme mit Hilfe interaktiver Verfahren
Martin Kinkel KIND Hörgeräte, Burgwedel

Um das Potential moderner Hörsysteme auszuschöpfen, sind auch bei der Anpassung neue Wege notwendig. Ein wichtiges Element dabei ist die stärkere Einbeziehung "subjektiver" Aspekte, in dem dem Hörgeräte-Träger im Rahmen der Anpassung nicht nur "Mess-Signale" (z.B. Rauschen, Reintöne), sondern auch akustische oder sogar audiovisuelle Repräsentationen alltäglicher Hörsituationen dargeboten werden. Aus den individuellen Bewertungen durch den Hörgeräte-Träger werden dann

Rückschlüsse für die Feinanpassung der Hörsysteme gewonnen. Mittlerweile wurden eine Reihe solcher "interaktiver" Verfahren vorgeschlagen, der Beitrag gibt einen Überblick über die derzeit verfügbaren Verfahren und über die Erfahrungen in der Praxis.

Di. 17:45 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Outcome Messungen für moderne Hörsysteme

Birgitta Gabriel

Hörzentrum Oldenburg GmbH

Moderne digitale Hörsysteme können Signalmanipulationen durchführen, deren Komplexität nur durch den Speicher und die Leistungsfähigkeit des Prozessors begrenzt ist. Diese Technik eröffnet ungeahnte Möglichkeiten für den individuellen Ausgleich einer Hörstörung. Angesichts der komplexen Technik stellt sich allerdings die Frage, ob der Freiburger Test und eine subjektive Befragung des Hörgeräte-Trägers ausreichen, um den Erfolg einer Hörgeräteanpassung sicher zu stellen. Das Vorgehen bei der Überprüfung einer Hörgeräte-Versorgung sollte definiert sein und unter dem Einsatz von audiologischen Meßmethoden zum Nachweis der subjektiven und objektiven Qualität einer Anpassung stattfinden. In diesem Beitrag sollen moderne Messverfahren zur Erfolgskontrolle von Hörgeräte-Anpassungen vorgestellt werden, z.B. zur Erfassung der Lautheitswahrnehmung, des Sprachverstehens in ruhiger und lärmbehafteter Umgebung, des Klangeindrucks und der Höranstrengung. Zum anderen wird ein Fragebogeninventar beschrieben, welches zur Erfassung der subjektiven Zufriedenheit mit dem Hörgerät bzw. der Änderung der Lebensqualität durch eine Hörgeräte-Versorgung eingesetzt werden kann und welches im Rahmen des deutschen Forschungsprojektes HörTech zusammen gestellt und entwickelt wurde.

Di. 18:10 HS 0602

Moderne Hörtechniken

Kombination ein- und mehrkanaliger Algorithmen zur Störgeräuschunterdrückung in Hörgeräten

Thomas Rohdenburg, Volker Hohmann

Medizinische Physik

Zur Störgeräuschunterdrückung in Hörgeräten wurden bereits zahlreiche Algorithmen vorgeschlagen, die allgemein in mehrkanalige und einkanalige Ansätze eingeteilt werden können. Mehrkanalige Algorithmen werden häufig zur Unterdrückung

von gerichteten Störgeräuschen verwendet. Prominentestes Beispiel hierfür ist die Klasse der so genannten Beamforming-Algorithmen. Einkanalige Algorithmen hingegen versuchen die Einhüllende des gewünschten Signals in Sub-Bändern zu rekonstruieren und müssen außerdem Annahmen über die unterschiedliche spektrale Zusammensetzung von Stör- und Nutzsignal machen. Als Standard für diese Klasse von Algorithmen hat sich die Kurzzeitspektraldämpfung (short term spectral attenuation, STSA) durchgesetzt. Hier wird, nach geeigneter Schätzung der Kurzzeit-Signalspektren bzw. des Kurzzeit SNRs (Signal-to-Noise-Ratio) und anschließender Filterung mittels spektraler Subtraktion oder (modifizierter) Wiener Optimalfilterung, eine Dämpfung des Störsignals erzielt.

Vorwiegend wurden die unterschiedlichen Algorithmen-Klassen getrennt evaluiert und optimiert, obwohl es auch Vorschläge zur Kombination und gemeinsamen Optimierung von Beamformern und nachgeschalteten Filtern (Post-Filtern) gibt. Weiterhin zeigen bisherige Evaluationen, dass die Optimierung nach rein technisch basierten Maßen

(wie dem SNR) im allgemeinen nicht mit den audiologisch relevanten Größen wie Sprachqualität und -verständlichkeit im Einklang stehen, so dass audiologische und psychoakustische Maße einbezogen werden sollten. Bisherige Algorithmen, die grundlegende Aspekte der akustischen Wahrnehmung berücksichtigen, erreichen jedoch meistens nur eine subjektive Verbesserung des Ausgangssignals.

In dieser Studie sollen bekannte und neue Ansätze der Störgeräuschunterdrückung und deren Kombination unter dem Gesichtspunkt der Sprachverständlichkeit für Schwerhörnde sowie für Normalhörnde untersucht werden.

Di. 14:00 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Aktive Minderung des Drehklangs axialer Turbomaschinen durch Strömungsbeeinflussung

Olaf Lemke, Jan Schulz, Wolfgang Neise, Michael Möser
DFG-SFB 557 TU-Berlin

Im Rahmen eines DFG geförderten Forschungsvorhabens werden Möglichkeiten zur aktiven Minderung des Drehklangs eines Axialventilators untersucht. Abweichend von konventionellen Verfahren wird auf den Einsatz von Lautsprechern zur Erzeugung des sekundären Schallfeldes verzichtet. Durch Beeinflussung der

Strömung im Bereich der Blattspitzen ist es möglich, dort aeroakustische Schallquellen zu erzeugen. Diese haben ihre Ursache in zusätzlichen periodischen Kräften, welche aus der Wechselwirkung der Strömungsstrukturen von Laufrad und der Beeinflussung resultieren. Bei geeigneter Wahl der Parameter der Beeinflussung kann das so generierte sekundäre Schallfeld in seiner Amplitude und Phasenlage derart eingestellt werden, dass es zu einer destruktiven Überlagerung mit dem primären Schallfeld kommt.

Die vorangegangenen Untersuchungen in diesem Forschungsvorhaben zeigten, dass das Einblasen von Druckluft durch wandbündig am Umfang verteilte zylindrische Düsen die effektivste Beeinflussungsmethode mit dem größten Geräuschminderungspotential darstellt. Die Amplitude sowie die Phasenlage des sekundären Schallfeldes werden durch den Einblasmassenstrom sowie die Umfangsposition bezüglich des Stators und der Einblasrichtung der Düsen bestimmt.

Analog zu den konventionellen Verfahren mit Lautsprechern soll das sekundäre Schallfeld in einem geschlossenen Regelkreis kontrolliert werden. Dies ermöglicht eine Anpassung der Beeinflussungsparameter auch bei veränderten Betriebsbedingungen, um eine optimale Geräuschminderung zu erreichen. Dazu wurde in Voruntersuchungen ein Extremwertregler ausgelegt und erfolgreich getestet. Mit diesem Regler konnte der Schalldruckpegel in Abhängigkeit vom Einblasmassenstrom minimiert werden. Mit einem modifizierten Versuchsaufbau wird nun mit Hilfe einer Mehrgrößenregelung neben der Amplitude auch die Phasenlage des sekundären Schallfeldes angepasst.

Di. 14:25 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Beeinflussung von rotierender Instabilität und Blattspitzenwirbellärm axialer Turbomaschinen durch Einblasen von Druckluft aus den Schaufelspitzen

Lars Neuhaus, Wolfgang Neise

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Ummantelte axiale Strömungsmaschinen haben einen radialen Spalt zwischen den rotierenden Schaufelspitzen und dem feststehenden Gehäuse. Die Druckdifferenz zwischen Saug- und Druckseite der Laufradschaufeln verursacht eine Überströmung der Schaufelspitzen, die sich negativ auf das aerodynamische und akustische Verhalten der Maschine auswirkt: Druckerhöhung und Wirkungsgrad sinken, die Geräuschemission steigt und der

nutzbare Bereich der aerodynamischen Kennlinie wird verkleinert, weil die bei zunehmender Drosselung auftretenden Strömungsablösungen im rotierenden Schaufelgitter früher einsetzen. Bei großen Kopfspaltweiten tritt im abgestrahlten Schalldruckspektrum eine breitbandige Geräuschkomponente in der Nähe der halben Blattpassierfrequenz, der Blattspitzenwirbellärm, auf, dessen Quelle die rotierende Instabilität ist. Durch aktive Beeinflussung der Strömung im Kopfspalt können die negativen Einflüsse der Sekundärströmung verringert werden. Blattspitzenwirbellärm und rotierende Instabilität werden unterdrückt. Dazu wird Luft aus den rotierenden Schaufelspitzen in den Kopfspalt eingeblasen. Die Beeinflussung der rotierenden Instabilität wird mittels einer Azimutalmodenanalyse im Bereich des Laufrades untersucht.

Di. 14:50 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Akustische Verbesserung von Niedrigstschallschirmen durch aktive Maßnahmen

Carsten Spehr

Institut für Technische Akustik

Im schienengebundenen Güterverkehr ist eine der Hauptgeräuschquellen das Rollgeräusch durch den Rad-Schiene-Kontakt. Durch eine Kombination von Niedrigstschallschirmen (vor dem Schienenkörper) und Drehgestellschürzen lässt sich die Ausbreitung dieser Rollgeräusche einschränken. Aus Sicherheitsgründen muss aber zwischen diesen beiden Elementen ein Schlitz verbleiben, der die Abschirmwirkung einschränkt. Ziel der Forschungsarbeit ist es, die Schallausbreitung durch solche Öffnungen mit aktiven Maßnahmen zu verringern und den Schlitz 'akustisch' zu verkleinern.

Theoretische Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die durch diesen Schlitz abgestrahlte Schallleistung ins Fernfeld durch Veränderung der lokalen Impedanz verringern lässt. Diese theoretischen Untersuchungen wurden durch Experimente validiert. Dabei wurde die Effizienz von unterschiedlichen Mikrophon- und Lautsprecherpositionen untersucht.

Nachfolgend wurde nicht mehr mit monofrequenten Signalen gearbeitet, sondern mit realistischen Geräusche die durch den Rad-Schiene Kontakt entstehen. Die Möglichkeiten unterschiedlicher adaptiver Algorithmen wurden für dieses Problem simuliert und im Experiment untersucht.

Di. 15:15 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Ein Antischallfenster mit Dreifach-VerglasungRoland Bauers, Andre Jakob, Michael Möser*Institut für Technische Akustik*

In den letzten Jahren wurde die Anwendung von Aktiver Lärm-bekämpfung (Antischall) in Doppelglasfenstern eingehend untersucht. Zur Verbesserung der Schalldämmung wurden Lautsprecher zwischen den Glasscheiben installiert. Zu dem bestehenden Schallfeld in diesem Hohlraum wird über die Lautsprecher ein geeignetes Gegenfeld aktiv generiert und somit das Schalldämmmass erhöht. Im Bereich der Tonpilzfrequenz konnte somit die Schalldämmung um bis zu 10 dB verbessert werden. In der Umsetzung in die Praxis zeigen sich Probleme, da ein geringer Scheibenabstand notwendig ist, um eine gute Wärmeisolierung zu erhalten. Dadurch ist es jedoch unmöglich Lautsprecher im Hohlraum zu installieren. Aus diesem Grund wird hier ein neuer Ansatz untersucht. Es wird eine dritte Scheibe an einem Standard-Doppelfenster angebracht. Der Abstand der dritten Scheibe ist so gewählt, das ausreichend Platz für Lautsprecher besteht. In diesem Dreifach-Fenster wird nur der neu entstandene Hohlraum beschallt. Im Vortrag werden numerische Ergebnisse aus dem analytischen Modell, sowie Messergebnisse diskutiert. Der Schwerpunkt liegt im Vergleich zwischen der aktiven Doppel- und Dreifachverglasung.

Di. 15:40 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Herstellen einer künstlichen Freifeldbedingung durch GegenschallMartin Lange

In schwach gedämpften geschlossenen Innenräumen, wie z.B. einer Flugzeugkabine, entstehen stehende Schallwellen, die eine Schallquellenortung schwierig machen. Daher wird im Rahmen der Entwicklung einer akustischen Innenraumesstechnik ein künstliches Freifeld erzeugt. Dies wird in ein Schallrohr implementiert. Die somit absorbierte Energie ergibt eine von der Kabinenwand abgestrahlte Schallintensität. Diese kann in der Messrichtung erfasst werden. Der Vorteil dieser Methode liegt in der direkten Messung, ohne störende Reflexionen. Das Lösen des inversen Problems der Schallfeldberechnung ist dadurch unnötig. Im Rahmen dieses Vortrags wird ein im Versuchsaufbau

implementiertes Verfahren zur Realisierung des Freifeldes im Schallrohr für den monofrequenten Sonderfall vorgestellt. Misst man den komplexen Schalldruck an zwei Stellen x_1 und x_2 , so kann man aus den Ergebnissen auf die komplexe Amplitude der hin- und rücklaufenden Schallwelle schließen. Die zur Rechnung erforderlichen komplexen Drücke werden aus dem jeweiligen Zeitsignal durch eine monofrequente FFT ermittelt. Damit ist das Schallfeld vermessen. Die rücklaufende Schallwelle kann nun durch ein am Ende des Schallrohres befindlichen Lautsprecher destruktiv überlagert und damit ausgelöscht werden. Da sich bei einer veränderten Lautsprecheransteuerung auch die Impedanz am Rohrende ändert muss sich die Ansteuerung integrierend anpassen. Im Versuch konnte die Amplitude der rücklaufenden Schallwelle auf unter 1-151003136hres Ausgangswertes reduziert werden. Weitergehende Untersuchungen werden sich mit mehrfrequenten und stochastischen Schallsignalen beschäftigen.

Di. 16:30 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Messtechnische Untersuchungen an einem 2D-ANC-System

Detlef Krahé

Universität Wuppertal

In verschiedenen früheren DAGA-Beiträgen wurde vom Autor ein System zur Aktiven Lärmkontrolle (Active Noise Control = ANC) vorgestellt, das innerhalb eines kreisförmigen Bereiches in zwei Dimensionen wirkt. In diesen Beiträgen wurden die Untersuchungen meist auf Basis von Berechnungen und Simulationen durchgeführt, die zunächst grundlegender Natur waren, später aber auch realitätsnahe Rahmenbedingungen einschlossen. Messtechnische Untersuchungen beschränkten sich bisher auf Schlüsselexperimente, mit denen die prinzipielle Funktionsfähigkeit des Systems überprüft wurde. Mit einem Messaufbau bestehend aus 24 Mikrofonen und 12 Lautsprechern werden jetzt den früheren Simulationen entsprechende, messtechnische Untersuchungen durchgeführt. Von besonderem Interesse ist dabei, wie genau in den Simulationen der Einfluss realer Schallwandler prognostiziert werden konnte und wieweit die Messungen die berechneten Dämpfungswerte bestätigen.

Di. 16:55 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Ermittlung des akustischen Übertragungsverhaltens zur Optimierung aktiver Schallreduktion

Ronny Rössel, Delf Sachau

Helmut-Schmidt-Universität

Auf den Lademeister von Großraumtransportflugzeugen wirkt eine hohe Schallbelastung. Die Reduktion dieser Schallbelastung ist bei tiefen Frequenzen und passiven Maßnahmen mit hohem Platz- und Gewichtsaufwand verbunden. Daher werden für diese Anwendungsfälle vermehrt aktive Schallreduktionssysteme (ANC - "active noise control") untersucht. Diese ANC-Systeme bestehen aus Sensoren (Mikrofone und Mikrofonverstärker), einer Regeleinrichtung (digitaler Signalprozessor) und Aktoren (Leistungsverstärker und Lautsprecher). Ziel des ANC-Systems ist es, den primär auf den Lademeister wirkenden Schalldruck durch den sekundären Schalldruck der Lautsprecher des ANC-Systems der Art zu überlagern, dass sich im Arbeitsbereich des Lademeisters eine Verringerung der Schallbelastung einstellt. Für die Güte des ANC-Systems spielt die Lautsprecherpositionierung eine entscheidende Rolle. Für diese Positionierung muss ein Optimum hinsichtlich Platz-, Gewichts- und Ansteuerungsaufwand und Schalldruckreduktion gefunden werden.

Ziel dieser Arbeit ist es für die Optimierung der Lautsprecherplatzierung die notwendigen Übertragungsmatrizen bereit zu stellen. Es wird dabei von einem NASTRAN FE-Modell des Transportflugzeuges ausgegangen. Aus diesem werden die akustischen Äquivalente der Massen- und Steifigkeitsmatrix der Strukturmechanik gewonnen und nach MATLAB eingelesen. Diese beiden Matrizen werden anschließend im Frequenzbereich zu einer Systemmatrix zusammengefasst, welche den Druck- und Schnellevektor in einem linearen Gleichungssystem miteinander verknüpft. Aus diesem sehr großen Gleichungssystem wird anschließend ein Übertragungssystem durch n-maliges Lösen des Gleichungssystems, für jede der n möglichen Lautsprecherpositionen, gewonnen.

Als Ergebnis dieses Vorgehens liegt ein Übertragungssystem vor, mit welchem sich die gesuchten Schalldrücke an den Mikrofonpositionen aus den gegebenen Schnelleanregungen von möglichen Lautsprechern berechnen lassen. Auf dieser Grundlage ist eine Optimierung der Lautsprecherpositionen möglich.

Optimierungsverfahren zur Bestimmung der Aktuator- und Sensorpositionen für ein aktives SchallreduzierungssystemDelf Sachau, Christian Gerner*Helmut-Schmidt-Universität*

In einigen Fahrzeugen tritt tonaler Lärm im unteren Frequenzbereich ($<500\text{Hz}$) mit hohen Schalldruckpegeln auf. Ein typisches Beispiel hierfür sind Propellerflugzeuge, bei denen die Anregungsfrequenz durch die Blattfolgefrequenz und ihre Höherharmonischen gegeben ist. Da die Profile der Propellerblätter ausschließlich unter aerodynamischen Gesichtspunkten optimiert sind, kann es zu hohen Lärmpegeln kommen. Um diese in der Flugzeugkabine auf ein in Bezug auf Komfort und Arbeitsschutz akzeptables Maß zu reduzieren, werden vielfach passive Maßnahmen wie z.B. das Einbringen von Dämmmaterial oder Schwingungsdämpfern ergriffen. Speziell bei tiefen Frequenzen führen diese Maßnahmen zu einer erheblichen und unerwünschten Gewichtsteigerung des Flugzeuges. Um dies zu vermeiden, wurde in den letzten Jahrzehnten verstärkt im Bereich der aktiven Geräuschreduzierung geforscht. Das Resultat sind erste praktische Anwendungen kommerzieller Systeme in kleinen Passagiermaschinen. Bei der Auslegung dieser Systeme spielt die Positionierung der Aktuatoren und Sensoren eine entscheidende Rolle. Folgen einer ungünstigen Positionierung sind höher Leistungsbedarf des Gesamtsystems und/oder eine verminderte Geräuschreduzierung. In diesem Tagungsbeitrag wird ein Verfahren zu optimalen Platzierung der Aktuatoren und Sensoren für ein aktives Geräuschreduzierungssystem vorgestellt. Als Basis dienen die in einem Modell einer Flugzeugsektion gemessenen Übertragungsfunktionen zwischen den möglichen diskreten Positionen für Aktuatoren und Sensoren. Auf der Basis dieser Daten werden sowohl die minimale Anzahl der notwendigen Aktuatoren und Sensoren bestimmt, als auch deren optimale Position ermittelt. Für diese Konfiguration wird die zu erwartende Geräuschreduzierung und die dazugehörige elektrische Leistungsaufnahme aus den Übertragungsfunktionen ermittelt. Weiterhin wird die ermittelte Konfiguration in das Modell eingerüstet um die Ergebnisse der Optimierung im Experiment zu überprüfen.

Di. 17:45 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Modellbildung und Untersuchungen an einer elektropneumatischen Schallquelle zur Verwendung als AntischallquelleDaniel Weiß, Michael Wolff, Andre Jakob, Michael Möser*Institut für Technische Akustik*

Im Rahmen eines DFG-Projektes wird am ITA der TU Berlin an einer Hochleistungs-Antischallquelle für tiefe Frequenzen geforscht (siehe auch Vortrag von Michael Wolff, et.al. auf dieser DAGA). Bei dieser Schallquelle wird ein (Druck)-Luftstrom durch eine verschiebbare Lochplatte (slider) und eine dagegen feststehende Lochplatte (stator) geleitet. Der slider wird von einem Shaker bewegt und so die durchströmte Lochfläche moduliert. Im Gegensatz zum prinzipiell ähnlichen Schallerzeugungsmechanismus der Sirene, bei der nur die Frequenz durch Drehzahländerung eingestellt werden kann, kann die Lochflächenänderung mit Hilfe des Shakers im Prinzip einer beliebigen Signalform folgen, d.h. es können Amplituden und Phasen gesteuert werden, wie es für eine erfolgreiche Anwendung als Antischallquelle erforderlich ist. Aufgrund der Nichtlinearitäten dieses Prinzips ist die Schallerzeugung und -einstellung aber nur innerhalb gewisser Grenzen möglich. Messtechnische Untersuchungen mit Parametervariationen sowie eine physikalische Modellbildung der Schallquelle sollen zu einem besseren Verständnis dieser beitragen. Bisherige Ergebnisse dieser laufenden Arbeiten werden im Vortrag präsentiert.

Di. 18:10 HS 0606

Aktive Schallbeeinflussung

Systemidentifikation von nicht-linearen Sekundärstrecken in active noise control Systemen mit Hilfe neuronaler NetzwerkeMichael Wolff, Andre Jakob, Michael Möser*Institut für Technische Akustik*

Im Rahmen eines DFG-Projektes wird am ITA der TU Berlin an einer Hochleistungs-Antischallquelle für tiefe Frequenzen geforscht (siehe auch Vortrag von Daniel Weiß, et.al. auf dieser DAGA). Da sich solche Quellen, die mit modulierter Luftströmung arbeiten, stark nicht-linear verhalten, ist neben der Optimierung dieser Schallquellen ein Forschungsschwerpunkt die

Integration von nicht-linearen Sekundärstrecken in die Strukturen der aktiven Lärmbekämpfung. Hier wird über Ansätze berichtet, die mit künstlichen neuronalen Netzen arbeiten. Diese sogenannten 'time-delay neural networks' lassen sich als nicht-lineare Filter verstehen. Im Vortrag werden Verfahren zur Systemidentifikation der vorliegenden nicht-linearen Sekundärstrecke mit neuronalen Netzwerken vorgestellt und Simulationsergebnisse gezeigt. Die Problematik der Suche nach geeigneten Anregesignalen sowie Begriffe wie 'trainings error' und 'validation error' werden diskutiert. Die Thematik der Einbindung der gefundenen Sekundärstreckenmodelle in Feedforward-active-noise-control-Systeme wird ebenfalls kurz aufgegriffen.

Di. 14:00 HS 0670

Numerische Akustik

Isoparametrische FEM für die akustische Simulation

Andreas Franck

RWTH Aachen, Institut für Technische Akustik

Die numerische Simulation akustischer Problemstellungen, seien es Luft- oder Körperschallprobleme, erfordert eine geeignete Diskretisierung der Geometrie. In herkömmlichen Verfahren wird die Geometrie z.B. mit Tetraedern oder Hexaedern angenähert. Diese Verfahren liefern für gekrümmte Oberflächen natürlich nur eine begrenzte Genauigkeit der Geometrieapproximation, die nur durch die Steigerung der Elementanzahl verbessert werden kann. Dies hat natürlich gleichzeitig größere Systemmatrizen und somit längere Rechenzeiten zur Folge.

Eine Alternative zur besseren Approximation der Geometrie ohne Steigerung der Element- und Knotenanzahl bieten die sogenannten isoparametrischen Finiten Elemente. Sie sind in der Lage, auch gekrümmte Oberflächen mit relativ wenigen Elementen darzustellen, indem die Geometrie ebenfalls über nodale Ansatzfunktionen beschrieben wird. Hierdurch kann die Diskretisierung auch von geometrisch kompliziert geformten Gebilden mit guter Genauigkeit durchgeführt werden.

Der isoparametrische Ansatz erfordert die numerische Integration (Quadratur, Kubatur) der Knotenfunktionen im Element. In diesem Beitrag soll die Implementierung verschiedener isoparametrischer Elementansätze beschrieben werden, der Einfluss der numerischen Integrationsregeln diskutiert und Vergleiche mit der bei geradlinig berandeten herkömmlichen Elementen möglichen exakten Integration gezogen werden.

Effiziente Finite-Elemente-Methoden zur Lösung der HelmholtzgleichungSteffen Petersen, Otto Von Estorff*Technische Universität Hamburg-Harburg*

Zur Simulation akustischer Probleme werden heutzutage vorwiegend Diskretisierungsmethoden wie die Finite-Elemente-Methode (FEM) eingesetzt. Da jedoch mit wachsender Größe des akustischen Gebietes und mit höher werdender Frequenz auch der Rechenaufwand steigt, verhindern inakzeptable Rechenzeiten in vielen Fällen den praktischen Einsatz der Methode. Insbesondere für Berechnungen im höheren Frequenzbereich ist die Genauigkeit der Finiten Elemente stark von der Ordnung der verwendeten Basispolynome abhängig. Untersuchungen haben hierbei gezeigt, dass Freiheitsgrade, die sich auf interne Elementformfunktionen beziehen, im Allgemeinen einen sehr geringen Anteil an der Lösung haben. Durch Vernachlässigung dieser Freiheitsgrade lässt sich demnach die Größe des resultierenden Systems verringern, ohne dass die Genauigkeit der Lösung nennenswert beeinträchtigt wird. Zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme, wie sie bei Untersuchungen mit der FEM auftreten, wurden in den letzten Jahren verstärkt iterative Verfahren verwendet, da sich die Algorithmen relativ einfach auf mehrere Rechner bzw. Prozessoren verteilen lassen. Die Stabilität und die Effizienz dieser Verfahren hängen in erster Linie von der Eigenwertverteilung der resultierenden Systemmatrizen ab. Die FE-Formulierungen zur Lösung der Helmholtzgleichung führen im Allgemeinen zu komplexen und indefiniten Systemmatrizen, was die Konvergenz der iterativen Gleichungslöser stark beeinträchtigt und bei höheren Frequenzen zum Versagen des Lösungsverfahrens führt. Im Rahmen der vorgestellten Arbeit werden zunächst Elemente formuliert die auf nicht-vollständigen Polynomen basieren. Hierbei werden Ansatzpolynome verwendet, die sich besonders günstig auf die Eigenwertverteilung der Systemmatrix auswirken und damit entsprechend effiziente akustische Simulationen ermöglichen. Anschließend werden die neuen Elemente im Zusammenhang mit iterativen Gleichungslösern eingesetzt und das Lösungsverhalten diskutiert.

Di. 14:50 HS 0670

Numerische Akustik

FE-basierende Extrapolation gedämpfter SchalldruckfelderRobert Anderssohn, Christian Großmann, Hans-Jürgen Hardtke, Steffen Marburg*Technische Universität Dresden, Institut für Festkörpermechanik*

Der Inhalt des Vortrages beschäftigt sich mit einem akustischen Innenraumproblem. Für die Bestimmung der Wandadmittanz des Strukturrandes soll das Schalldruckfeld aus einer möglichst niedrigen Anzahl im Innenraum verteilter Druckmesspunkte extrapoliert werden. Die Wandadmittanz bildet den Koeffizient der gemischten Randbedingungen der den Schalldruck beschreibenden Helmholtz-Differentialgleichung. In dieser Arbeit werden beliebige, geschlossene, zweidimensionale Gebiete betrachtet. Der neue Ansatz der vorliegenden Arbeit basiert auf einer inversen Formulierung der Methode der finiten Elemente und wird anhand der berechneten Schalldruckfelder einiger theoretischer Beispiele verifiziert. Ergebnis ist ein formales Verfahren, das zwar fehlerbehaftet ist, aber eine gute Grundlage mit Verbesserungspotential darstellt.

Di. 15:15 HS 0670

Numerische Akustik

Berechnung der Schalleistung von offenen Strukturen über Frequenzbereiche mit Hilfe finiter und infiniter Elemente sowie Lanczos-Padé-ApproximationJohannes Baumgart, Steffen Marburg, Stefan Schneider*Technische Universität Dresden*

Die Lanczos-Padé-Approximation hat sich als effiziente Methode zur Reduktion von akustischen Außenraumproblemen erwiesen, die mit finiten und infiniten Elementen formuliert sind. Die Methode bietet die Möglichkeit, mehrere Ein- und Ausgangsgrößen zu verwenden. Darüber hinaus sind auch unsymmetrische Matrizen, wie sie bei der Methode der infiniten Elemente auftreten können, zulässig.

Die Effizienzsteigerung geschieht mit der Approximation an einer festen Entwicklungsstelle. Im Ergebnis ist der Fehler um diese Stelle sehr klein. Die Größe des Vertrauensbereiches ist abhängig von der Anzahl der verwendeten Iterationen. Der Fehler lässt sich ohne erhöhten Rechenaufwand nach einer Vereinfachung abschätzen, was eine Validierung des Ergebnisses ermöglicht und es gestattet, eine geeignete Lage für die nächste Entwicklungsstelle zu wählen.

Die hier vorgestellte Methode ist besonders geeignet, wenn wenige Eingangsgrößen gegeben sind und nur einige Ausgangsgrößen gesucht werden. Im Falle der Schallleistungsberechnung ist nur eine skalare Größe von Interesse. Die Randbedingungen auf dem Rand werden als Eingangsgrößen vorgegeben.

Di. 15:40 HS 0670

Numerische Akustik

Dispersion in fluidbefüllten Rohrleitungen aus Finite-Elemente-Modellen

Matthias Maess, Lothar Gaul

Institut A für Mechanik

Der Wellenausbreitung in fluidbefüllten Rohrleitungen kommt in einigen Anwendungen wie der Transferpfadanalyse, der Schwingungsanalyse oder der zerstörungsfreien Bauteilprüfung eine hohe Bedeutung zu. Dabei stellen die Leitungen eindimensionale Wellenleiter dar. Analytische Modelle und numerische Methoden wie beispielsweise die "Waveguide"-Finite-Elemente-Methode werden hierbei genutzt, um Dispersionskurven, Gruppengeschwindigkeiten und Energieverteilungen von Wellenmoden zu berechnen. Eine neue Methode wurde kürzlich von Mace et al. vorgestellt, die Standard-FE-Matrizen nutzt, um Dispersionsdiagramme in Wellenleitern zu generieren. Hierzu wird lediglich ein Scheibenmodell des Wellenleiters benötigt. Diese neue Methode wird auf fluidbefüllte elastische Rohrleitungen angewandt, wobei Rohrwand und Fluid über ein Akustik-Struktur-Interface voll gekoppelt sind. Anschließend wird die nichtsymmetrische dynamische Steifigkeitsmatrix in Form einer Übertragungsmatrix partitioniert. In Ausbreitungsrichtung wird ein periodisches Verhalten der Feldgrößen und der Flüsse an den Knoten angenommen, so dass sich für jede Frequenz ein Eigenwertproblem formulieren lässt. Aus den Eigenwerten werden die Wellenzahlen berechnet, wohingegen die Eigenvektoren der räumlichen Verteilung der Wellenmoden entsprechen. Somit lassen sich Dispersionsdiagramme gewinnen, die in guter Übereinstimmung mit Ergebnissen anhand analytischer Modelle sind. Eine nachgeschaltete Berechnung der Eigenpaare ergibt neben den Gruppengeschwindigkeiten auch Energiedichten und Leistungen der Wellenmoden.

Di. 16:30 HS 0670

Numerische Akustik

Schnelle Multipol-Randelementmethode für AkustiksimulationenMatthias Fischer, Lothar Gaul*Institut A für Mechanik*

Die Multipol-Randelementmethode ist ein effizientes Simulationswerkzeug für die Berechnung der Schallabstrahlung von schwingenden Strukturen. Der große Vorteil der Randelementmethode (BEM) für Akustiksimulationen ist die einfache Behandlung von Außenraumproblemen. Es muss nur die Oberfläche der schallstrahlenden Struktur diskretisiert werden, was einen sehr geringen Aufwand für die Netzerstellung bedeutet. Die Anwendung der BEM für große Modelle wird jedoch durch die vollbesetzten Systemmatrizen beschränkt, da die Rechenzeit und der Speicheraufwand quadratisch mit der Anzahl der Randelemente ansteigen.

Die schnelle Multipol-BEM ermöglicht die Auswertung der Matrix-Vektor-Produkte der BEM mit einem quasi-linearen Aufwand. Diese Effizienzsteigerung wird durch ein hierarchisches Cluster-Verfahren und die Multipol-Entwicklung der Fundamentallösung erreicht. In Zusammenspiel mit einem iterativen Löser können so BEM-Simulationen mit mehr als 100.000 Elementen durchgeführt werden. Die Generalized Minimal Residual (GMRES) Methode und Mehrgitter-Verfahren sind sehr geeignet für die Lösung der BEM-Gleichungssysteme. Ein Approximate Inverse Vorkonditionierer wird für beide Ansätze entwickelt und reduziert die benötigte Anzahl von Iterationen. Durch die Vorkonditionierung kann die Multipol-BEM effizient für Simulationen bei hohen Frequenzen und auf feinen Diskretisierungen angewendet werden.

Di. 16:55 HS 0670

Numerische Akustik

Hybride LES/Kirchhoff-Methode zur Berechnung des Verbrennungsgeräusches von freien FlammenHaike Brick, Rafael Piscoya, Martin Ochmann, Peter Költzsch*TFH Berlin/ TU Dresden*

Ziel der Untersuchungen ist es, eine Berechnungskette für die Verbrennungsgeräusche freier Flammen von der Quellsimulation

bis hin zur Schallfeldbestimmung im Fernfeld zu entwickeln. Dafür werden numerische Methoden der Strömungs- und Verbrennungssimulation mit der Kirchhoff-Methode gekoppelt. Die nicht-linearen Verbrennungsprozesse werden innerhalb einer räumlich begrenzten Verbrennungszone mit Hilfe von inkompressiblen Large-Eddy-Simulationen (LES) mit dem FLOWSI-Code modelliert, der an TU Darmstadt entwickelt wurde. Die Verbrennungszone wird über eine Kirchhoff-Fläche an das akustische Abstrahlgebiet gekoppelt. Außerhalb dieser Fläche soll das Medium genügend frei von Strömung sein und keine signifikanten Temperaturgradienten aufweisen, so dass die Schallabstrahlung mittels der akustischen Boundary-Element-Methode (BEM) bzw. der Ersatzstrahlermethode (ESM) ermittelt werden kann. Als Kopplungsvariable wurde die Schnelle gewählt. Die LES-Ausgangsdaten, die einem Zeitsignal entsprechen, werden fouriertransformiert an den BEM-Code bzw. ESM-Code übergeben. In der Präsentation werden Details dieser hybriden Methode diskutiert wie z.B. die Position der Kirchhoff-Fläche, der Einfluss der Signallänge und der stromabwärts gerichteten Strömung, die durch die Kirchhoff-Fläche tritt. Der Vergleich der numerischen Ergebnissen mit Schallleistungsmessungen zeigt eine gute Übereinstimmung von Simulation und Messung im tieferen und mittleren Frequenzbereich. Im Bereich hoher Frequenzen wird die abgestrahlte Schallleistung mit der Simulation bisher noch überschätzt.

Di. 17:20 HS 0670

Numerische Akustik

Akustische Simulation von Abgasanlagen mittels gekoppelter FE-Methodik und Fast-BEM

Michael Junge, Matthias Fischer, Matthias Maess, Lothar Gaul
Institut A für Mechanik

Abgasanlagen und Belüftungskanäle sind mitunter starken Druckpulsationen ausgesetzt. Diese können trotz des hohen Impedanzunterschiedes zwischen der ausströmenden Luft und den Wänden der Abgasleitungen zu Strukturschwingungen der Abgasleitungen führen. Der dadurch entstehende Körperschall trägt daher neben der Endöffnung der Abgasleitung mit zur Schallabstrahlung des gesamten Abgassystems bei. Zudem kann die Übertragung des Körperschalls in den Rohrleitungswänden die Effektivität von in der Abgasleitung eingebauten Schalldämpfern merklich mindern. In dieser Arbeit wird das Schallabstrahlverhalten einer idealisierten Abgasrohrstruktur analysiert. Dazu wird

ein FE-Modell der Abgasanlage verwendet, in der das akustische Innenraumproblem über ein Fluid-Struktur-Interface an die Struktur der Abgasanlage gekoppelt ist. Die Schnelle auf dem Rand der Abgasanlage wird in einer nachgeschalteten Berechnung als Randbedingung für das akustische Außenraumproblem genutzt. Eine sehr schnelle und effiziente Berechnung ist hierbei mit Hilfe der 'Fast Multipole Boundary Element Method' möglich. Insbesondere wird der Einfluss der Schallabstrahlung der schwingenden Rohrstruktur gegenüber der Abstrahlung der Endöffnung betrachtet.

Di. 17:45 HS 0670

Numerische Akustik

Zeitoptimierte Berechnung des Schalldurchgangs durch Wandstrukturen mittels FEM

Alexander Peiffer, Stephan Brühl, Clemens Moeser
EADS

Die Berechnung der Schalldurchgangs durch Wandstrukturen ist eines der typischen Aufgabenstellungen der numerischen Akustik. Dazu wird entweder eine Kombination von FEM- und BEM-Verfahren eingesetzt oder FEM Verfahren unter Verwendung von sogenannten Infiniten Elementen. Diese Methoden sind insbesondere für Diffusfeldanregung über mehrere Frequenzschritte sehr zeitaufwändig. In diesem Bericht wird ein Verfahren vorgestellt, welches unter der Vorraussetzung schwacher Kopplung eine sehr schnelle Berechnung des Schalldämm-Maßes ermöglicht. Dazu wird die komplexe Formulierung des voll gekoppelten Problem es durch einen einfachen Anregungsfall im FE-Modell und die Abstrahlung durch schnelle Berechnung das Rayleigh-Integrales ersetzt. Die Rechenzeit reduziert sich damit auf 1-2 Stunden auf Standard PCs. Praktischer Nebeneffekt ist die Berechnung SEA relevanter Parameter, wie Abstrahlgrad, Wellenzahl und Modendichte. Die Ergebnisse der FEM werden mit den Resultaten der SEA unter Verwendung der ermittelten Parameter verglichen.

Di. 18:10 HS 0670

Numerische Akustik

Bestimmung der Fernfeldcharakteristik schallabstrahlender Körper mit einem Hybride-Finite-Elemente-Verfahren

Otto Von Estorff, Wulf-Christof Von Karstedt, Marian Markiewicz
Technische Universität Hamburg-Harburg

Bei der Behandlung von Schallabstrahlungsproblemen gilt es, aus den Randbedingungen an der Oberfläche eines Körpers auf die Eigenschaften des von ihm verursachten Schallfeldes zu schließen. Die Multipol-Strahler-Synthese stellt ein bewährtes Verfahren zur Ermittlung der Schallabstrahlung von Körpern dar. Mit einer Multipollösung lässt sich das Schallfeld in sehr effizienter Weise als eine gewichtete Summe exakter Lösungen der Helmholtzgleichung beschreiben. Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens besteht jedoch in der schlechten Kondition des zu lösenden Gleichungssystems und in der demzufolge aufwändigen Lösung z.B. mit einer Singularwertzerlegung. Als eine Alternative zu den bestehenden Verfahren wird eine Kopplung der Multipol-Strahler-Synthese mit einer Finite-Elemente-Formulierung vorgestellt, bei der nur das Fernfeld mit Multipolen, das Nahfeld jedoch mit FE-Ansätzen beschrieben wird. Auf diese Weise erhält man ein sehr effizientes Verfahren für die Ermittlung der Multipollösung.

Di. 14:00 HS 1601

Akustische Messtechnik

Ein low cost Mikrofonarray für die akustische Holographie - Vergleich verschiedener Anordnungen

Christian Tacke

Institut für Mechatronik und Maschinenakustik

Das Thema 'Akustische Holographie' gewinnt stetig an Bedeutung. Dabei geht es primär darum, mit einem Mikrofonarray nicht nur die Schallfelder bei diskreten Frequenzen in der Mikrofonebene zu bestimmen, sondern auch die Schallfelder vor und hinter dem Array rechnerisch zu ermitteln.

Mathematisch betrachtet ist dies ein 'inverses Problem'. Diese sind in der Regel 'ill posed'. Wir behandeln die Inversion mit Methoden, die auf der Singulärwertzerlegung des Propagationskerns beruhen.

In der praktischen Anwendung sind hierzu, was die Mikrofonanstellung und -anordnung betrifft, verschiedene Konzepte bekannt. Wir haben verschiedene Mikrofonanordnungen miteinander verglichen und auf ihre Eignung hin beurteilt und bewertet. Berücksichtigt wurden unter anderem Arrayformen wie das quadratische (grid) Array, ein Ring und eine zufällige Verteilung. Für die messtechnische Umsetzung wurde insbesondere auf ein gutes Preis/Leistungsverhältnis geachtet, was sich in sehr kleinen Mikrofonanzahlen äußert. Manche Formen wurden mit nur acht Mikrofonen untersucht.

Für die Bewertung der verschiedenen Formen wurden Kriterien wie Signal/'Rausch'-Verhältnisse, Verhältnisse vom Signal zu Artefakten der Rechnung und die Breite der Peaks herangezogen.

Di. 14:25 HS 1601

Akustische Messtechnik

Akustisches Hohlspiegelmesssystem mit Mehrmikrofonanordnung

Andreas Zeibig, Matthias Lippmann, Dietmar Richter

Technische Universität Dresden

In den letzten Jahren wurden im Bereich der Messinstrumente zur Schallquellenlokalisation akustische Hohlspiegel von Mikrofonarrays mit Beamformingtechnologie fast vollständig verdrängt. Ein wichtiger Grund dafür ist, dass durch das Beamforming der Mikrofonarrayrichtcharakteristik das sonst notwendige umständliche Schwenken des Hohlspiegels entfällt. Als Alternative zu einem Mikrofonarray mit Beamforming bietet sich allerdings auch die Kombination eines Hohlspiegels mit einem Mikrofonarray an. Dadurch erhält man ohne zusätzliche Signalverarbeitung sofort ein Abbild der Quelle im Bildmaßstab. Dieser Vortrag stellt kurz die wichtigsten Bauformen des akustischen Hohlspiegels sowie ihre speziellen Anwendungsgebiete dar. Es werden die berechneten Richtcharakteristiken einer ausgewählten Hohlspiegel-Mehrmikrofonanordnung diskutiert und mit experimentell erzielten Ergebnissen verglichen. Die Ergebnisse von Messungen mit dieser ausgewählten Spiegel-Mehrmikrofonanordnung an verschiedenen Punktstrahleranordnungen und auch an aeroakustischen Quellen werden präsentiert und mit durch Beamforming erzielten Arrayergebnissen verglichen.

Di. 14:50 HS 1601

Akustische Messtechnik

Historie und Perspektiven der akustischen Photo- und Kinetographie für industrielle Applikationen

Gerd Heinz

GFaI

Applying a universal, physical approach into Neural Network Theory I started an application to demonstrate the power of interference systems in 1995. First acoustic images and movies were presented to the public in 1996, mutually the first in the world. Inspecting an airplane the possibility to visualize noise reflections was shown: www.acoustic-camera.com - > history. Following the

first Acoustic Cameras were developed. In September 2001 we sold the first Acoustic Camera system to Porsche. Acoustic Cameras calculate a sound pressure map of an object as received at the location of immission. Distances cover a range between 0,3 and 300 meters with different, interface-compatible microphone arrays. All arrays contain an video camera, the overlay between image and acoustic map occurs automatically. A lot of new tools and working methods of general attention between space, time and frequency were developed. They increase the efficiency in the domain of acoustic analysis in many industrial fields dramatically. Beside physical effects of general attention some tools and methods were presented together with their working principles. Possibilities and limitations in relation to complementary methods are discussed (intensity, holography, vibrometry).

Di. 15:15 HS 1601

Akustische Messtechnik

Drahtlose Meßdatenübertragung am drehenden Rad im Hochgeschwindigkeitsbereich

Michael Raabe

Dr. Ing. h.c F. Porsche AG

Im Automobilbau werden in den letzten Jahren verstärkt Elektronikkomponenten auch an sicherheitsrelevanten Fahrzeugkomponenten wie z.B. Reifenzustandsüberwachungen in Rädern eingesetzt. Hierbei werden extreme Anforderungen an die elektronischen Systeme gestellt, die bei modernen Sportwagen besonders hoch sind. Neben der hohen Zentrifugalbeschleunigung wirken hohe Temperaturen, dynamische Druckänderungen und starke Vibrationen, die die Systeme zeitweise ausfallen lassen oder sogar dauerhaft zerstören können. Ziel ist es die real wirkenden Beschleunigungskräfte sowie die dynamischen Druckänderungen und Temperaturschwankungen, während der Fahrt durchgängig erfassen und analysieren zu können. Dazu ist eine Meßtechnik notwendig, die mehrere Meßkanäle mit hoher Signalbandbreite übertragen und die verwendeten Sensoren versorgen kann. Der vorliegende Erfahrungsbericht zeigt die Auslegung und Adaption der Sensorik und der Übertragungstechnik am Rad.

Zur Messung der Schalleistung in einem Hallraum unterhalb der unteren Grenzfrequenz

Gerhard Hübner, Jan Hupfeld

ITSM Uni Stuttgart

Im Rahmen einer in unserem Institut durchgeführten und 2002 abgeschlossenen Dissertation von V. Wittstock wurden die Gesetzmäßigkeiten der Schalleistungsentstehung von in Luft bewegten Kreiszylindern in Abhängigkeit zahlreicher Parameter eingehend untersucht, die nun nach Austausch des Schallträgermediums Luft durch Helium fortgeführt werden. Durch diesen Gas-Austausch ändert sich unter anderen die Schallgeschwindigkeit und damit die einer Frequenz zugeordneten Wellenlänge auf das Dreifache, so dass neben den geänderten Strömungsverhältnissen insbesondere das neue Verhältnis von Objekt-Abmessungen zu Wellenlänge ein deutlich unterschiedliches Abstrahlverhalten bei gleicher Frequenz erwarten lässt.

Zur Messung der Schalleistung einer solchen aerodynamischen Quelle bietet sich das auch von uns bisher benutzte Hallraum-messverfahren an, für das ein kleiner Hallraum mit einer unteren Grenzfrequenz in Luft von ca. 400 Hz zur Verfügung steht. Durch das Trägermedium Helium verschiebt sich nun aber diese Grenzfrequenz ebenfalls um den Faktor 3 auf 1200 Hz, wodurch die Wellenlängen λ in Helium wiederum genau auf den gleichen Frequenzbereich wie bei der Luftfüllung limitiert werden, sich also nicht wie gewünscht demgegenüber vergrößern lassen.

Um auch im Bereich $f < 1200$ Hz und damit auch für die größeren λ -Werte in Helium Aussagen über Schalleistungsgesetzmäßigkeiten der bewegten Kreiszylinder angeben zu können, wurde der vorliegende 'Hallraum' im Übergang zu einer Druckkammer kalibriert. Verwendet wurde dazu eine metallische Kolbenmembran, deren Schalleistung einerseits unter Freifeldbedingungen wie auch andererseits, angrenzend oberhalb 400 Hz in Luft, sowie oberhalb 1200 Hz in Helium nach dem Hallfeldverfahren bestimmt wurde. Die Messergebnisse werden der theoretischen Beschreibung der Hallfeld- und Druckkammergesetzmäßigkeiten gegenüber gestellt.

Di. 16:30 HS 1601

Akustische Messtechnik

Ringversuch Messung der Schallimmission 2003

Christoph Lechner

Forum Schall

Das Forum Schall im Umweltbundesamt hat bereits eine fast 10-jährige Tradition bei der Durchführung und Auswertung von Ringversuchen im Bereich der Schalltechnik. So wurden wiederholt In-Situ-Bauakustikmessungen, Messungen der Schallimmission durch Betriebe und Straßenverkehr und Schallemissionsmessungen in Ringversuchen untersucht. 2003 erfolgte ein weiterer Ringversuch zur Messung der Schallimmission, welcher um die Beurteilung erweitert wurde. In Österreich ist dazu die einschlägige Prüfanweisung die ÖNORM S 5004. Um die Vertrauensbereiche der Messungen selbst bestimmen zu können, ohne relevante Schwankungen in der Ausbreitung oder in der Quelle in Kauf nehmen zu müssen, wurde eine eigene Schallquelle bestehend aus CD-Spieler, Linearverstärker und Bauakustiklautsprecher zur Abstrahlung der Messsignale aufgestellt. Die Kalibrierung erfolgte über ein eingebautes Voltmeter mit hoher Präzision. Dadurch ist die Reproduzierbarkeit des Ringversuches in hohem Maß gegeben. Die Anordnung ermöglicht das Abspielen verschiedener Signale, die auch unterschiedliche Bewertungen nach der Messnorm verlangen. So konnte nicht nur der Vertrauensbereich der Messung sondern auch der Bewertung ermittelt werden. Am Ringversuch beteiligten sich 17 Prüfstellen sowohl aus dem amtlichen wie auch aus dem privaten Bereich, insgesamt waren 28 Messteams im Einsatz. Zu bewältigen waren sechs Messaufgaben mit fünf Mehrfachmessungen. Die Auswertung des Ringversuches zeigte bei der Einzahlangabe des LA_{eq} eine gute Übereinstimmung mit den Vertrauensbereichen anderer schalltechnischer Messungen, hinsichtlich der Bildung des Beurteilungspegels L_r war eine große Streuung gegeben, die eine klare Aufforderung nach Verbesserungen zeigt. Das Ergebnis des Ringversuches wird sowohl im Bereich der Normung zur Messung der Schallimmission wie auch in die Richtlinienarbeit "Beurteilung der Schallimmission" einfließen.

Di. 16:55 HS 1601

Akustische Messtechnik

Ein Vergleich akustischer Messketten für technische GeräuscheClemens Hummel

Zur mobilen Erfassung technischer Geräusche ist ein MiniDisc Recorder in Verbindung mit Elektret-Kondensatormikrofonen aus dem Audibereich eingesetzt worden. Zur Auswertung der Messdaten ohne spezielle Hardware wurden ein handelsüblicher PC und ein Notebook verwendet. Die Eignung sowohl des Recorders als auch der Computer wurde hinsichtlich der Datenkomprimierung mittels ATRAC3 - CODEC und der Analogübertragung vom Recorder auf den Rechner über die Soundkarte untersucht. Experimente zu möglichen Verfälschungen der ursprünglichen Signale durch die Datenkomprimierung wurden ebenso durchgeführt wie Messungen zum Übertragungsverhalten der Soundkarte des verwendeten Notebooks. Im einzelnen wurde der Übertragungsbereich der Frequenzen im Hörbereich auf Amplitude, Phase und Dynamik untersucht. Zum Einsatz kamen die an der FH Düsseldorf verwendeten Softwarepakete MATLAB und DASyLab. Als Hardware für Referenzmessungen wurden ein Echtzeitsignalanalysator HP35665A und Messmikrofone der Firma Brüel&Kjær benutzt.

Sowohl der MiniDisc Recorder und insbesondere PC oder Notebook mit den eingesetzten Elektret-Kondensatormikrofonen eignen sich für die Aufzeichnung und Messung technischer Geräusche. Hinsichtlich der Datenauswertung mit MATLAB oder DASyLab ist allerdings ein hohes Maß an Theorieverständnis bezüglich der computerunterstützten Messdatenverarbeitung erforderlich, um gleichwertige Auswertungen wie mit Hardware-Messgeräten zu erzielen. DASyLab oder MATLAB sind erheblich flexibler als fest verdrahtete Messgeräte, insbesondere MATLAB bietet eine Vielfalt grafischer Darstellungen an.

Di. 17:20 HS 1601

Akustische Messtechnik

Calibration of the two microphone transfer function method to measure acoustical impedance in a wide frequency rangeRene Boonen, Paul Sas*KULeuven, Faculty of Engineering, Dept Mechanical Engineering, P*

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

In this research, a new calibration method for the two microphone transfer function method has been proposed such that acoustical impedances can be measured with high accuracy over a wide frequency range. In this method, the estimation of the speed of sound has been eliminated. Next, in the calibration of the sensor mismatch, the deviation in sensor position after interchanging the pressure sensors has been taken into account. Finally, a recursive procedure has been proposed to refine the microphone position calibration. This refinement can be continued until the required calibration accuracy has been obtained. As result, the acoustical impedance of a component can be accurately determined.

Di. 17:45 HS 1601

Akustische Messtechnik

Schallpegelmessgeräte im gesetzlich geregelten Bereich

Dirk Ratschko

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 1.72 Geräuschemess-
technik*

Für viele akustische Messungen werden geeichte Schallpegelmessgeräte verlangt. Die Eichfähigkeit dieser Messgeräten wird durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt in Braunschweig (PTB) festgestellt. Gerade sind die Schallpegelmessgerätenormen DIN EN 61672-1 und DIN EN 61672-2 erschienen. Der erste Teil regelt die allgemeinen Anforderungen und der zweite Teil regelt die Durchführung von Baumusterprüfungen. Die neue europäische Messgeräte-richtlinie (MID) soll das gesetzliche Messwesen in Europa regeln. Schallpegelmessgeräte gehören allerdings nicht zu den aufgeführten Messgeräten der MID. In Zukunft orientiert sich die PTB aber bei der Zulassung von Schallpegelmessgeräten an den Konformitätsbewertungsverfahren der MID. In dem Vortrag soll in Bezug auf Schallpegelmessgeräte eine Übersicht über Forderungen der Eichordnung, der Anlage 21 zur Eichordnung sowie verschiedene Neuerungen gegeben werden. Darüber hinaus soll erläutert werden, wie die Eichfähigkeit von Schallpegelmessgeräten von der PTB festgestellt wird.

Di. 14:00 N 1070

Wideband Speech Quality

Speech Quality Assessment for Wideband SystemsHans Wilhelm Gierlich, Silvia Völl, Peter Jax, Frank Kettler*HEAD acoustics GmbH*

The integration of wideband communication for future telecommunication systems is of critical importance. Without wideband communication Voice over IP-configurations and future wireless systems might not be able to differentiate from traditional speech services. Besides the use of speech codecs already standardized (AMR-WB, ITU-T G.722) bandwidth extension procedures maybe introduced in order to "virtually" increase the perceived bandwidth of the signal. Wideband systems will introduce specific distortions and artifacts which mainly may influence the one way listening speech quality. Furthermore, echo disturbances and background noise are transmitted over the wideband channel. Speech quality determination is more complex than in narrow band systems and needs to consider the different perception of the communication transmitted over the wideband channel. Objective measurements are currently investigated in order to provide appropriate analysis tools for wideband scenarios accordingly. The contribution will discuss new testing procedures and analysis methods with focus on the transmission quality of background noise.

Di. 14:25 N 1070

Wideband Speech Quality

Quantifying the Quality Difference between Narrow-Band and Wideband Speech CodecsSebastian Möller, Alexander Raake*IKA, Ruhr-Universität Bochum*

When speech is transmitted over wideband instead of narrow-band telephone channels, it can be expected that the overall quality perceived by the human user rises. However, degradations due to coding, noise or echo impact speech quality on both narrow-band and wideband channels. In order to judge the overall quality of a telephone connection, degradations occurring on the entire transmission channel from the mouth of the talker to the ear of the listener have to be taken into account. The degradations result in different perceptual quality dimensions which have to be integrated to form the overall quality percept.

One way of integrating different degradations is the impairment factor principle, used in the framework of the International Telecommunication Union for predicting the quality of narrow-band telephone networks. We present investigations to extend this principle to wideband transmission, by expanding the 'perceptual' quality scale underlying this principle. It will be shown that integral quality may rise by about 30% when switching from a narrow-band to a wideband channel, expressed in terms of impairment factor units. On the basis of this assumption, new impairment factors are derived for wideband speech codecs. These factors may be used to predict overall speech quality, as a part of a wideband quality prediction model which still is to be developed.

Di. 14:50 N 1070Wideband Speech Quality

Wideband Speech Enhancement Using Robust Noise Estimation

Deepa Janardhanan, Ulrich Heute

LNS/TF/Universitaet Kiel

The enhancement of single-microphone noisy wideband-speech signals is addressed.

Noise is an unavoidable obstacle in communication systems, especially in hands-free communication where the background noise level is high due to the distance of the speaker from the microphone. In such systems the inclusion of speech enhancement becomes mandatory, provided that it does not introduce any additional distortions to the speech and the background noise.

An important aspect in all speech enhancement schemes is the estimation of background noise. A good noise estimation combined with spectral subtraction plays a key role in obtaining a good subjective quality and the intelligibility of the enhanced speech.

Especially now, different issues in wideband-speech enhancement are addressed. A specific noise estimation method is considered, which already for telephone-band noisy speech shows degradation in performance when the background noise has a low-pass (LP) character (like e.g., in cars), this effect becomes stronger for wideband noisy speech and hence leads to stronger degradation of the enhanced speech. With a modified noise estimation method an improvement in performance is observed for both narrowband and wideband speech.

Di. 15:15 N 1070

Wideband Speech Quality

Grenzen herkömmlicher Wandler für Breitband-SprachübertragungCarsten Sydow*Siemens AG*

Durch die zunehmende Verbreitung der IP-Telefonie wird der Einsatz beliebiger Codecs, auch solcher, die Breitbandsprache übertragen, vorangetrieben. Da Wandler herkömmlicher Telefone auf die 'narrowband' Telefoniebandbreite von etwa 300 Hz bis 3,4 kHz optimiert sind, sind sie nicht automatisch geeignet, auch den Frequenzbereich von Breitbandsprache von etwa 150 Hz bis 6,3 kHz in ausreichender Qualität wiederzugeben. Es zeigt sich, dass besonders der untere Frequenzbereich bei Hörkapseln und Lautsprechern problematisch ist. Im Vortrag werden die Grenzen kommerziell verfügbarer Wandler und deren physikalische Ursachen präsentiert. Es werden weitere Aspekte der Breitbandtelefonie wie Leckempfindlichkeit des Handapparates und spektrale Ausgewogenheit des Frequenzgangs diskutiert. Erste Rückmeldungen von Nutzern von Breitbandterminals werden präsentiert.

Di. 15:40 N 1070

Wideband Speech Quality

3rd ETSI Speech Quality Test Event for VoIP EquipmentFrank Kettler, Frank Rosenberger, Hans Wilhelm Gierlich, Silvia Völl, Philippe Cousin*HEAD acoustics GmbH*

ETSI, the European Telecommunication Standards Institute together with HEAD acoustics as test lab organized the 3rd Speech Quality Test Event for VoIP-Equipment this year. These single vendor tests continued the success of the 1st and 2nd SQTE, carried out in 2000 and 2002. Due to the high interest of the VoIP community, especially equipment manufacturers and network administrations in these kinds of tests, the event was organized as a "twin" event in June 2004 in Europe and September 2004 in the US. Both, VoIP gateway manufacturers and VoIP terminal manufacturers participated in this anonymous test. The results are anonymously compared providing a benchmark of current implementations. The comparison of results to the previous Test Events provides an interesting view about the speech quality development.

This presentation discusses some results and gives an overview about the current speech quality on this market. For background information the measurement methods used during this test event are briefly introduced.

Di. 14:00 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Schätzung der mittleren akustischen Leistungen von Personen- und Lastwagen anhand von quellennahen Strassenlärmimmissionsmessungen

Kurt Heutschi

Empa

Im Rahmen des Schweizer Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt werden an sechs Messstationen in unmittelbarer Nähe von Autobahnen rund um die Uhr die akustischen Strassenlärmimmissionen aufgezeichnet (siehe DAGA-Beitrag 'Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt (MFM-U)' von M. Balmer et al.). Ein wichtiger Aspekt der Messungen liegt in der Beobachtung der zeitlichen Entwicklung der mittleren Quellstärken des Schwerverkehrs, bzw. deren Auswirkungen auf den Menschen (siehe DAGA-Beitrag 'Untersuchung auf LKW-sensible akustische Merkmale' von D. Bozzolo et al.). Die quellennahe Messung führt zu einer unerwünschten Abhängigkeit der Mikrofonpegel von der Fahrspur. Die Rückrechnung auf Quellwerte erfordert daher nebst Wissen über die gefahrene Geschwindigkeit und Verkehrsmenge Kenntnis der Ausbreitungsdämpfungen (geometrische Verdünnung, Bodeneffekt, mögliche Abschirmwirkung durch Leitplanken) von den einzelnen Fahrspuren zum Mikrofon. Der Beitrag zeigt auf, wie diese Ausbreitungsdämpfungen rechnerisch abgeschätzt und in einem Optimierungsverfahren für die jeweilige Situation validiert bzw. angepasst werden können. Schliesslich werden Ergebnisse der so gefundenen Emissionswerte, aufgeschlüsselt nach Personen- und Lastwagen, vorgestellt und mit dem neuen Schweizer Strassenlärmmodell SonRoad verglichen.

Di. 14:25 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Untersuchung auf LKW-sensible akustische Merkmale

Dario Bozzolo, Nicola Dellea

IFEC Consulenze SA

Die Entwicklung der von den Lastkraftwagen (LKW) verursachten Strassenlärmbelastung längs der schweizerischen Nord-Süd-Achse unter Einwirkung der flankierenden Massnahmen zur

Entlastung der Strasse hängt sowohl von der effektiv erreichten Verlagerung des LKW-Verkehrs von der Strasse zur Schiene als auch von anderen Faktoren ab. Dies sind z.B. technische Fortschritte im Fahrzeugpark (Motor, Pneus), Belagsveränderungen (Abnutzung, Einbau von lärmarmen Belägen), effektiv gefahrene Geschwindigkeiten, LKW-Verkehrsregelung (erlaubte Fahrzeiten), u.s.w. Für das Monitoring dieser Entwicklung werden an insgesamt sechs Standorten entlang der A2 und A13 akustische Immissionen des Strassenverkehrs nahe der Quelle messtechnisch kontinuierlich erfasst (siehe auch Referat von M.Balmer, BUWAL. Mit der vorliegenden Arbeit wurden ausgewählte akustische Messdaten untersucht, um Signalmerkmale herauszufinden, welche besonders stark auf den LKW-Verkehr reagieren. Somit wurden sowohl Aspekte berücksichtigt, welche mit den Emissionen der LKW korreliert sind, als auch Lärmbelastungen, welche eher mit der LKW-Verkehrsregelung verknüpft sind. Durch Vergleich von Lärmspektren während der für LKW erlaubten Fahrperioden mit einem Referenz-Spektrum ohne LKW-Einflüsse (hergeleitet während ausgewählter Zeitfenster Nachts und am Sonntag) und unter Verwendung von theoretisch hergeleiteten Ausbreitungsdämpfungen (siehe auch Referat von K.Heutschi, EMPA), konnte für die vier untersuchten Standorte und jeweils beide Fahrrichtungen der akustische Beitrag der LKW mittels eines geeigneten Algorithmus aus dem gesamten gemessenen Verkehrsspektrum herausgefiltert werden. Diese bei jedem Messort experimentell in Terzen ermittelten und normierten Immissionspegel der LKW und der übrigen Fahrzeugen erlauben somit die Vorhersage des Leq - Pegels und der Immissionsspektren bei jedem Verkehrsverhältnis. Abweichungen zwischen gemessenen und auf dieser Basis nachberechneten Immissionen können Langzeit-Veränderungen der massgebenden Parameter (Fahrzeugpark, Belag, ...) erkennen lassen.

Di. 14:50 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Messung und Beurteilung der Geräuschemission von Fahrbahnübergängen auf Autobahnbrücken

Manfred Kalivoda, Josef FrauwallnerpsiA-Consult GmbH

Fahrbahnübergänge auf Hochleistungsstraßen stellen immer wieder ein beträchtliches lokales Lärmproblem dar. Man weiß

zwar, dass Quertexturen der Übergangskonstruktion grundsätzlich schlechter zu bewerten sind als Konstruktionen mit Längsstruktur. Die Hersteller von Fahrbahnübergänge werben auch vermehrt mit lärmreduzierten Konstruktionen. Eine reproduzierbare Bewertung und Klassifizierung der Konstruktionen ist aber mangels an geeigneten Beurteilungsmethoden bislang gescheitert.

Im Rahmen der hier vorgestellten Studie, welche in Begleitung einer Fahrbahnsanierung an einer Brücke der Autobahn A 9 im Auftrag der Österreichischen Autobahnen und Schnellstraßen GmbH von psiA-Consult durchgeführt worden ist, wurde ein Verfahren zur schalltechnischen Bewertung von Fahrbahnübergänge auf (Autobahn-)Brücken entwickelt. Ausgehend vom französischen Normenentwurf XP P 98-095 sind an zwei Übergangskonstruktionen Vorbeifahrtpegelmessungen durchgeführt worden und auf Basis der Messergebnisse ein Vorschlag für eine Methode zur akustischen Bewertung von Fahrbahnübergängen ausgearbeitet worden.

Diese Beurteilungsmethode sieht drei Messpunkte, nämlich den eigentlichen Beurteilungspunkt auf der Fahrbahn an der Fahrbahnübergangskonstruktion, einem Referenzpunkt auf der Fahrbahn in mindestens 25 m Entfernung vom Fahrbahnübergang sowie einen Messpunkt unter der Brücke im Bereich der Widerlager vor. Gemessen werden die Geschwindigkeit und der A-bewertete Schallereignispegel von Einzelfahrzeugen. Als Ergebnis erhält man die Pegelerhöhung, welche auf der konkreten Fahrbahndecke (Referenzpunkt) durch die Übergangskonstruktion entsteht. Die Verwendung des Schallereignispegels erlaubt es, diese Pegelzunahme in der Folge direkt als Zuschlag für die Immissionsberechnung einzusetzen.

Di. 15:15 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Pilotprojekt: 2 OPA als innerstädtische Lärmschutzmaßnahme

Alexander Attenberger, Rainer Kühne

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Im August 2003 wurde zum ersten Mal in Deutschland auf der B 17 im Stadtgebiet Augsburg auf einer Länge von 560 m ein zweilagiger offenporiger Asphalt (2 OPA) mit Erfolg eingebaut. Der 2 OPA soll den Emissionspegel bei 50 km/h und 100 km/h um mindestens 5 bzw. 8 dB(A) mindern. Die Wirkung muß mehr als

8 Jahre anhalten. Der Referenzbelag ist Gussasphalt bei gleicher Prognoseverkehrsbelastung.

Für den Einbau des 2 OPA hat das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) fachliche Auflagen erarbeitet. Sie befassen sich mit den Verantwortlichkeiten, der Planungs- und Bauphase sowie mit dem Betrieb der Straßendecke. Das Pilotprojekt wurde fachtechnisch und wissenschaftlich begleitet. Es soll dazu beitragen, den Stand der Technik für 2 OPA zu einer Regelbauweise zu machen.

Der 2 OPA eignet sich für Straßenabschnitte, an denen viele Lärmbetroffene wohnen, herkömmliche Lärmschutzmaßnahme versagen oder städtebauliche Gründe gegen deren Bau sprechen. Wenn Lärmschutzwälle und -wände beiderseits der Fahrbahn erforderlich sind, kann ein 2 OPA besonders wirtschaftlich sein. Er stellt eine high tech-Bauweise dar, die ganz besondere Sorgfalt bei Planung und Einbau erfordert. Die Erfahrungen mit dem Pilotvorhaben führen zu einem fortzuschreibenden Leitfaden, der aus den fachlichen Auflagen entwickelt wurde.

Di. 15:40 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Pilotprojekt B17 - Akustische Untersuchungen bei Bau und Betrieb eines hochwirksamen geräuschemindernden Fahrbahnbelages

Thomas Beckenbauer, Beate Altreuther, Evi Betz, Walter Weisenberger

Müller-BBM GmbH

Im Pilotprojekt des Bayerischen Umweltministeriums und der Stadt Augsburg '2-lagiger offenporiger Asphalt auf der Bundesstraße B17 in innerstädtischer Situation' wurden neben den bautechnischen Prüfungen auch eine schalltechnische Eignungsprüfung im Labor vor dem Einbau und schalltechnische Kontrollprüfungen nach dem Einbau in-situ durchgeführt. Die Laborprüfungen dienten der Anpassung und Festlegung des Schichtenaufbaus und der Mischgutzusammensetzung an die Verkehrssituation, um eine maximale Minderung der Straßenverkehrsgeräusche zu bewirken. In der schalltechnischen Eignungsprüfung und den Kontrollprüfungen wurden neben den Fahrbahneigenschaften Textur, Absorptionsgrad und Strömungswiderstand auch Nahfeldmessungen mit einem Messanhänger und Vorbeifahrtpegelmessungen durchgeführt. Ziel dieser Messungen, die seit dem Einbau im August 2003 regelmäßig wiederholt werden,

ist, festzustellen, welche Veränderungen der akustischen Eigenschaften im Straßenbetrieb auftreten und in welchem Maße diese auf die Schallpegelminderung durchschlagen.

Im Mittel wurde bei dem Geschwindigkeitsniveau von 70 km/h für Pkw und Lkw eine anfängliche Minderung der Vorbeifahrtpegel von rund 7 dB erzielt. Der Zusammenhang zwischen den erzielten akustischen Fahrbahneigenschaften und den Schallpegeln wird dargestellt. Die Empfindlichkeit des Pegels der Straßenverkehrsgeräusche gegenüber Änderungen der oben genannten Fahrbahneigenschaften wird beschrieben.

Di. 16:05 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Bewertung lärmarmen Straßenbeläge

Matthias Hintzsche, Jens Ortscheid, Heidemarie Wende
Umweltbundesamt

Der Straßenverkehr ist die bedeutendste Lärmquelle in Deutschland. Repräsentative Umfrageergebnisse zeigen, dass sich 2004 60% der Bevölkerung durch Straßenverkehrsgeräusche belästigt fühlen. Störungen der Kommunikation, der Erholung innerhalb und außerhalb der Wohnung, Einschränkungen in der Wohnnutzung u. a. m. tragen zum Lästigkeitsurteil bei.

Zur Reduzierung des Verkehrslärms steht eine Reihe von Möglichkeiten (technisch und planerisch) zur Verfügung. Vorrang sollten emissionsmindernde Vormaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg und beim Empfänger haben. Lärmarme Beläge stellen eine hervorragende emissionsseitige Minderungsmaßnahme dar, da sie praktisch überall eingesetzt werden können. Die oftmals erreichten geringen Pegelminderungen und das akustische Langzeitverhalten begrenzten in der Vergangenheit ihren Einsatz innerorts im niedrigen Geschwindigkeitsbereich. Da Maßnahmen auf dem Ausbreitungsweg im Innerortsbereich oft nicht realisierbar oder unwirksam sind, blieb als einzige Maßnahme der Einsatz von Schallschutzfenstern. Durch Schallschutzfenster kann nicht unbedingt ein Rückgang der Belästigung erwartet werden, da das "Nichtöffnenkönnen" der Fenster belästigend wirkt.

Inzwischen liegt ein Rechenmodell vor, mit dem der Aufbau optimaler lärmarmen Straßenbeläge für alle Geschwindigkeitsbereiche und Verkehrszusammensetzungen bestimmt werden kann. Eine Erprobung erfolgte an der B 17 in Süddeutschland. Bei dem

zweilagigen offenporigen Asphalt auf einem Abschnitt der Bundesstraße B 17 in Augsburg konnte im Vergleich zu einem herkömmlichen Asphaltbeton bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h eine Pegelminderung von rund 7 dB(A) erreicht werden.

Die Auswirkungen dieser Pegelminderungen werden unter Lärmwirkungsaspekten (Belästigung, Kommunikations- und Schlafstörungen) bewertet. Die Bewertung erfolgt anhand der Betroffenenzahlen in einer realen Bebauungssituation und einer vergleichbaren Verkehrssituation wie in Augsburg. Zusätzlich werden die Auswirkungen von Pegelminderungen dieser Größenordnung auf die Geräuschbelastungssituation der Bevölkerung in Deutschland insgesamt betrachtet.

Di. 16:55 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Ermittlung des Reifen-Fahrbahngeräusches

Matthias Riegel

FKFS

Um das anteilige Reifen-Fahrbahngeräusch im Innenraum von PKW bestimmen zu können, wurde am FKFS eine Prüfstandssimulation entwickelt, die es ermöglicht den Schallbeitrag der einzelnen Räder zu bestimmen. Grundlage für die Simulation ist die Vermessung des Schallfeldes eines einzelnen Rades mit Hilfe eines Reifengeräusch-Messanhängers. Anschließend wird das Schallfeld des Reifens über eine geeignete Lautsprecherwiedergabe am Prüfstand simuliert und der Geräuschanteil im Fahrzeuginnenraum gemessen.

Di. 17:20 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Spindelempfindlichkeit: Eine Größe zur Beschreibung des Rollgeräuschverhaltens von Kraftfahrzeugen

Markus Gewalt, Volker Grützmaker

Adam Opel AG

Bei Kraftfahrzeugen werden Geräusche im Fahrbetrieb durch Luft- und Körperschall übertragen, die sich in Brummen, Dröhnen, Rauschen usw. bemerkbar machen. Die wichtigsten körperschallbedingten Fahrgeräusche sind zum einen Geräusche, die durch den Antriebstrang angeregt werden und sich z.B. als Brummgeräusche bemerkbar machen und zum anderen durch das Fahrwerk eingeleitete Rollgeräusche.

Ein Problem bei der Entwicklung des Rollgeräusches von Fahrzeugen ist, dass der Pegel des Innengeräusches stark von der Fahrgeschwindigkeit, der Beschaffenheit der Fahrbahnoberflächen und auch vom verwendeten Reifentyp abhängt. Dadurch ist man für einen Geräuschvergleich bisher gezwungen, Fahrzeuge immer auf der gleichen Fahrbahnoberfläche, mit der gleichen Geschwindigkeit, vergleichbaren Reifen und auch ähnlichen Wetterbedingungen zu messen. Wo dies nicht möglich ist, versucht man über Umrechnungsformeln die Ergebnisse anzupassen.

Mit Hilfe des hier vorgestellten Verfahrens ist es möglich, mit relativ geringem meßtechnischem Aufwand eine Größe ('Spindelempfindlichkeit') zu bestimmen, die das Rollgeräuschverhalten eines Fahrzeuges unabhängig von Reifen und Fahrbahnoberfläche beschreibt. In einem weiteren Schritt wurde untersucht, inwieweit sich das Verfahren auch unter Laborbedingungen auf einem Rollenprüfstand einsetzen läßt.

Es werden Beispiele von Messungen an Fahrzeugen mit unterschiedlichen Achssystemen und Karosserieformen unter verschiedenen Messbedingungen gezeigt und diskutiert.

Di. 17:45 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Rollgeräuschanalyse mittels Radkraftidentifizierung und Substrukturverfahren

Arnold Böhm, Harald Flötke, Volker Grützmacher

Adam Opel AG

Mit fortschreitender Reduzierung des vom Motor hervorgerufenen Geräusches gewinnt das Rollgeräusch an Bedeutung. Insbesondere beim Fahren auf rauen Fahrbahnoberflächen kann es zu Geräuschproblemen im Frequenzbereich von 80-250 Hz kommen. Da das Rollgeräusch maßgeblich von den an der Radspindel wirkenden Kräften und dem Übertragungsverhalten der Achse bestimmt sein kann, ist es erforderlich, dass bereits bei der Achsauslegung für ein zukünftiges Fahrzeugmodell verlässliche Rollgeräuschanalysen durchgeführt werden können. Es wird die prinzipielle Vorgehensweise zur Identifizierung der an der Radspindel angreifenden Kräfte mittels inverser Kraftbestimmung an einem vorhandenen Fahrzeug vorgestellt. Das Übertragungsverhalten der Achse und der Karosserie wird durch einen hybriden Substrukturansatz beschrieben. Hierzu wird eine FE-Modellbasierte Beschreibung der zukünftigen Achse mit einer testbasierten Beschreibung einer Karosserie kombiniert. Unter Anwendung der Radkräfte und des Substrukturansatzes wird gezeigt,

wie das Rollgeräusch durch die Mobilitäten an den Achskoppelstellen und die Steifigkeit der Koppelemente beeinflusst werden kann. Es wird diskutiert, wie mittels Transferpfadanalyse eine systematische Zuordnung eines Rollgeräuschproblems auf Achse, Trimmed Body bzw. eingeleitete Radkräfte möglich ist und somit auch eine Optimierung bei der Achsauslegung zukünftiger Fahrzeugmodelle erfolgen kann.

Di. 18:10 N 1080

Lärmschutz: Fahrbahn

Analyse und Auralisation der Übertragung von Abrollgeräuschen im Fahrwerk

Philipp Sellerbeck, Christian Nettelbeck

HEAD acoustics GmbH

Aufgrund der zunehmenden Reduktion der akustischen Einflüsse vom Antriebsstrang gewinnen die von Reifen und Fahrbahn ausgehenden Geräuschanteile für den Komfort der Fahrzeuginsassen an Bedeutung. Mit der Untersuchung und Simulation von Fahrwerksgeräuschen wurde ein weiteres Anwendungsfeld für die Binaurale Transferpfad Analyse und Synthese erschlossen. Messungen erfolgen am vollständigen Fahrzeug und zum Teil im normalen Straßenbetrieb. Die akustischen Beiträge einzelner oder kombinierter Übertragungswege werden als Zeitsignale errechnet und virtuelle Veränderungen von Komponenten lassen sich hörbar machen. Aufgrund der Komplexität von Fahrwerkssystemen sind je nach Anwendungsfall verschiedene Simulationsmodelle für ein Fahrzeug denkbar, welche exemplarisch gegenübergestellt werden. Es wird gezeigt, dass die für die Methode charakteristischen Vereinfachungen auch bei der im Fahrwerksbereich auftretenden starken Kopplung von Teilsystemen in vielen Fällen beibehalten werden können. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf einer akustisch realitätsnahen Simulation, so dass sich Geräuschmuster bewerten und zuordnen lassen.

Di. 14:00 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Qualitätsanforderungen nach TA Lärm an die Messung und Prognose von Geräuschimmissionen

Wulf Pompetzki, Detlef Piorr

Landesumweltamt NRW

Jeder auf Basis der TA Lärm erstellte Messbericht und jede nach dieser Vorschrift erarbeitete Geräuschprognose müssen eine Angabe zur ihrer Qualität enthalten. Diese Anforderung, die 1998

im Rahmen der Novellierung der TA Lärm verbindlich festgelegt wurde, basiert auf langjährig bewährten 'Regeln des Handwerks'. In dem Vortrag wird aufgezeigt, wie die Forderung der TA Lärm nach einer Qualitätsangabe in der Praxis des Immissionsschutzes in NRW gehandhabt wird.

Di. 14:25 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Die Unsicherheit des Beurteilungspegels im Nahbereich als Funktion der Unsicherheit seiner Komponenten

Alois Heiß

Bei der Ergebnisdarstellung einer Messung und/oder Prognose nach TA Lärm ist die Qualität der Ergebnisse mit anzugeben, um deren Zuverlässigkeit beurteilen zu können. Gleiches fordert sinngemäß die DIN V ENV 13005. Bisherige Arbeiten zu dem Themenkreis, soweit es den hier betrachteten prognostischen Aspekt betrifft, arbeiten mit quellen(art)bezogenen Pegelstreuungen. Diese Arbeiten gehen jedoch nicht ausreichend konkret auf alle für den Beurteilungspegel definitionsgemäß wirksamen, durch den Betriebsablauf determinierten Parameter ein. Neben den quellenbezogenen Leq-Werten sind diese bekanntlich auch die Teilzeiten sowie die Pegel-Zuschlagsgrößen. Es sind auch keine Hinweise erkennbar, wie die Streuung dieser Parameter als 'Primärunsicherheiten' in plausibler Weise aus dem Betriebsablauf einer Anlage ermittelt und dabei zumindest geschätzt werden könnte. In diesem Sinne wird in diesem Beitrag die Unsicherheit des Beurteilungspegels quantitativ in Abhängigkeit von allen potenziell wirksamen Primärunsicherheiten zu beschreiben versucht. Damit können die zur Unsicherheit des Beurteilungspegels maßgeblich beitragenden Quellen eingegrenzt und bei der Dokumentation der Qualität des Endergebnisses ausdrücklich berücksichtigt werden. Ein praxisnahes Anwendungsbeispiel wird aufgezeigt.

Di. 14:50 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Angabe der Messunsicherheit bei Prognosen nach TA Lärm: Aufwand und Ergebnis in der Praxis

Sergio Martinez

TÜV Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH

Bei der Erstellung von Schallimmissionsprognosen nach TA Lärm ist entsprechend Nr. A.2.2 die Genauigkeit der Prognose als

Qualitätsmerkmal anzugeben. Dabei sind die Eingabedaten im Sinne der TA Lärm auf ihre Zuverlässigkeit zu prüfen. Im Kontext der TA Lärm ist deutlich, dass auf diesen wesentlichen Aspekt (Eingabedaten) zu achten ist und dass hier der Gutachter besondere Sorgfalt anzuwenden hat. In diesem Abschnitt der TA Lärm ist es auffällig, dass man (bei Prognosen) die Anwendung der VDI 2571, der DIN 18005 Teil 1 und der DIN ISO 9613-2 vorschreibt, ohne dass die TA Lärm explizit auf Genauigkeitsanforderungen im Zusammenhang mit der Verwendung dieser Normenwerke eingeht. Daraus lässt sich ableiten, dass die Qualitätsabsicht der TA Lärm, auf die in A2.6 explizit als Anforderung eingegangen wird, primär auf die Eingangsdaten der Prognose abzielt, insbesondere auf Schalleistungspegel. Diese können als reine Emissionsansätze (z. B. nach Messungen gemäß der Normenreihe ISO 3740 - ISO 3747 für Maschinen usw.) oder im erweiterten Sinne als immissionswirksame Schalleistungspegel verstanden werden. Hinzu kommen die Unsicherheiten hinsichtlich der Einwirkzeiten und der anderen Faktoren (subjektiv oder nicht), die in der Gleichung G2 der TA Lärm aufgeführt und zur Ermittlung des Beurteilungspegels herangezogen werden. Im diesem Beitrag werden Praxisfälle mit verschiedenen Schwierigkeitsgraden vorgestellt. Es wird auf übersichtliche Lösungsansätze fokussiert, um eine vertretbare und nachvollziehbare Angabe der Genauigkeit der Immissionsprognose zu ermöglichen. Es soll verhindert werden, dass aus Furcht vor einem unverhältnismäßigen Aufwand oder auf Grund einer erweiterten Interpretation, die dem Ansatz der TA Lärm nicht entspricht, die Gutachter dieser Anforderung nach Qualität nicht entsprechen können bzw. in einen unlösbaren Konflikt geraten.

Di. 15:15 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Akkreditierung in Deutschland - die gegenwärtige SituationAndrea Valbuena*DAP Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH***Akkreditierung in Deutschland - die gegenwärtige Situation**

Akkreditierung in Deutschland kann nicht losgelöst von der Akkreditierungstätigkeit in Europa oder weltweit betrachtet werden, weil Akkreditierung eine vertrauensbildende Maßnahme in die Tätigkeit von Laboratorien, Messstellen, Zertifizierungsstellen und Inspektionsstellen (Konformitätsbewertungsstellen) darstellt, die unerlässlich für den freien Warenverkehr über Ländergrenzen

hinaus ist und die den Abbau von technischen Handelsschranken fördert. In Umsetzung des Globalen Konzeptes der EU wurde in Deutschland ein nationales Akkreditierungssystem bestehend aus einer Vielzahl von Akkreditierungs- und Anerkennungsstellen errichtet, zu dessen Koordinierung im März 1991 der DAR Deutscher Akkreditierungsrat gegründet wurde. Die starke Zersplitterung und die unzureichende Zusammenarbeit zwischen den Anerkennungs-/Akkreditierungsstellen bewirken, dass Konformitätsbewertungsstellen für ihr jeweiliges Tätigkeitsfeld eine Vielzahl von Anerkennungen/Akkreditierungen unterschiedlicher Stellen benötigen. Der DAR hat diese Probleme wegen fehlender rechtlicher Voraussetzungen nicht ausreichend lösen können. Das BMWA wurde deshalb beauftragt, nach Verbesserungsmöglichkeiten zu suchen, das deutsche Akkreditierungswesen neu zu ordnen mit dem Ziel, gesetzliche Grundlagen zu schaffen. In Deutschland wird das derzeitige Akkreditierungssystem solange erhalten, bis das Gesetz in Kraft getreten ist und die derzeit akkreditierten Stellen in das neue System überführt sind. Die Arbeitsergebnisse sowie die internationale Vernetzung des deutschen Akkreditierungssystems werden dargelegt. Die international geltenden Normen, die der Akkreditierung zugrunde liegen, befinden sich teilweise gegenwärtig in Revision, was insbesondere von Laboratorien, Messstellen und Akkreditierungsstellen eine Anpassung ihrer Arbeitsweise und der Managementsysteme verlangt.

Di. 16:05 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Erfahrungen eines kleinen Ingenieurbüros mit der DIN EN ISO/EC 17025

Wolfgang Böhm, Peter Fürst
cdf Schallschutz Dresden

Für die Akkreditierung von zugelassenen Messstellen nach §§ 26/28 BImSchG wird in einigen Bundesländern ein Qualitätssicherungssystem nach IEC 17025 verlangt. Ein vom LAI vorgeschlagenes Muster war nicht hilfreich, weshalb ein externer Berater hinzugezogen wurde. Trotzdem ist der Aufwand erheblich, um die "Prüfanweisungen" etc. zu schreiben. Hinzuweisen ist auf den Widerspruch, dass in einem Ingenieurbüro jeder Mitarbeiter autarke Messungen mit allem Hintergrund des Fachwissen ausführen muss, während die Prüfanweisung ("Gerät einschalten, dann...") wohl eher nicht für einen Akustikingenieur gedacht ist. Es wird vorgestellt, welchen Umfang nach unserer praktischen

Erfahrung Arbeitsanweisungen und Büroorganisation haben sollten.

Di. 16:30 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Erfahrungen einer Messstelle bei der Einführung eines behördlich geforderten Qualitätsmanagement-Systems

Henning Busch

Ingenieurbüro für Akustik Busch GmbH

Ende 2002 wurde unser Büro durch das zuständige Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten aufgefordert, ein Qualitätsmanagement-System (QMS) entsprechend den Vorgaben der DIN EN ISO/IEC 17025 einzuführen. In diesem Rahmen ist ein Qualitätsmanagement-Handbuch (QMH) zu erstellen. Beides wird zwischenzeitlich für die Benennung als §§ 26, 28 Messstelle gefordert. Ein durch den Länderausschuss für Immissionsschutz autorisiertes Muster-QMH wurde übergeben. Messverfahrenshandbücher und Standardarbeitsanweisungen bilden danach die Grundlage der praktischen Arbeit innerhalb eines durch ein QMS geregelten Arbeitsbereiches.

Unser Büro ist seit mehr als 10 Jahren als Messstelle benannt und beschäftigt z. Z. drei Sachverständige. Wie in jedem funktionierenden Büro existierte ein auf unsere Erfordernisse abgestimmtes QMS in Form von Checklisten, Arbeitsanweisungen usw..

Bei der Erarbeitung des normgerechten QMS stellten wir fest, dass das o. g. Muster-QMH sowie die Norm eher für größere Betriebseinheiten konzipiert zu sein scheinen. Es wurde daher nach Wegen gesucht, mit dem Muster-QMH als Leitlinie ein an die Erfordernisse unserer Messstelle angepasstes und trotzdem den behördlichen Forderungen entsprechendes QMS zu erstellen. Im Rahmen des Dega-Fachausschuss Lärm erfolgte ein Austausch mit betroffenen Behörden und Büros. Die Erfahrungen bei der Einrichtung des QMS sollen vorgestellt werden.

Di. 16:55 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Brauchen Akustiker ein Qualitätsmanagementsystem?Paul Geißler*Müller-BBM*

Externe Kunden und staatliche Stellen fordern schon immer Nachweise über die Fähigkeiten eines Unternehmens, Forderungen zu erfüllen und Kompetenzen bereitzuhalten. Die Form dieser Nachweise ist im Wandel. Durch internationale Normen wie die ISO 9001 und die ISO/IEC 17025 können Nachweise heute weitgehend standardisiert und damit auch besser vergleichbar als früher erfolgen. Diesem Wandel müssen sich heute auch Ingenieur- und Beratungsbüros stellen: So fordern z. B. in Deutschland die bekannt gebenden Landesbehörden seit 2003 auch von §26-Messstellen im Bereich des Immissionsschutzes die Erfüllung der in der ISO/IEC 17025 für die Kompetenz von Prüflaboratorien genannten Anforderungen. Der Beitrag berichtet über praktische Erfahrungen bei der Einführung, Aufrechterhaltung und Fortschreibung eines Qualitätsmanagementsystems in einem schalltechnischen Beratungsbüro. Es wird dabei aufgezeigt, dass es sinnvoll ist, sich vor allem auf die Beschreibung der tatsächlichen Abläufe zu konzentrieren.

Di. 17:20 N 1090

Qualitätssicherung in der Akustik

Qualitätssicherung in der Akustik Erfahrung als Fachgutachter und LaborleiterDietmar Fiederer*TÜV Industrie Service GmbH TÜV SÜD Gruppe*

Die Qualitätssicherung in der Akustik hat eine lange Tradition. Mit dem Regelwerk DIN EN 45001 und dessen Nachfolger DIN EN ISO/IEC 17025 wurden allgemein gültige Grundlagen für die Anwendung von Qualitätsmanagementsystemen im Bereich der Akustik geschaffen. Deren sinnhafte und praktische Anwendung bzw. Anwendbarkeit hat eine längere Entwicklung durchlaufen und ist auch weiter noch in der Entwicklung. Der Autor hat diese Entwicklung sowohl als Fachbegutachter im Rahmen von Audierungen als auch als Laborleiter über einen längeren Zeitraum 'durchlebt'. In dem Referat wird über die hierbei gewonnenen Erfahrungen berichtet.

Di. 14:00 N 1095

Wellenfeldsynthese

Räumliche Wahrnehmung von Wellenfeldsynthese - Der Einfluss von Alias-Effekten auf die KlangfarbeHelmut Wittek*Institut für Rundfunktechnik*

Wellenfeldsynthese (WFS) ist eine Wiedergabetechnik, die es erlaubt, virtuelle Schallfelder mit Hilfe von Lautsprecherarrays entstehen zu lassen. Die Eigenschaften des virtuellen Schallfelds sind dabei dem Original sehr ähnlich, wenn auch nicht kongruent. Das wirft die Frage auf, welche Übereinstimmungen und Unterschiede in Bezug auf die auditive

Wahrnehmung bestehen. Die Unzulänglichkeiten des virtuellen Schallfelds

führen zu bestimmten Konsequenzen auch für die räumliche Wahrnehmung. Dabei wirken Alias-Effekte negativ auf Lokalisation sowie Klangfarbe der

virtuellen Quelle. Es werden Ergebnisse einer aktuellen Studie zur Wahrnehmbarkeit von Alias-Effekten präsentiert.

Di. 14:25 N 1095

Wellenfeldsynthese

Wellenfeldsynthese: Untersuchungen zu Alias-Artefakten im Ortsfrequenzbereich und Realisierung eines praxistauglichen WFS-SystemsDieter Leckschat, Michael Baumgartner*FH Düsseldorf*

Die akustische Wellenfeldsynthese (WFS) ist seit Jahren in vielen Facetten bekannt, jedoch kam es bedingt durch den erhöhten Aufwand kaum zu Realisierungen außer einigen Spezialanfertigungen. Die Autoren haben zunächst einige Grundlagen der WFS ausgearbeitet und anschliessend ein praxistaugliches und kostengünstiges System konzipiert und realisiert. Untersucht wurden insbesondere Artefakte, die in der örtlich diskreten Abtastung und Rekonstruktion eines Schallfeldes begründet sind (spatial aliasing). Im Zuge einer Simulation wurden Schallfelder, welche durch die Wellenfeldsynthese entstehen, berechnet und

mit einem signaltheoretischen Ansatz beschrieben. Die Ausprägung von Wellen in einer Hörzone wurde mittels zweidimensionaler Fouriertransformation in den Ortsfrequenzbereich transformiert. Aus der Beschreibung des Syntheseprozesses im Ortsfrequenzbereich ergeben sich Kriterien für das Auftreten von Aliasartefakten in Abhängigkeit von der Wellengestalt und den akustischen Eigenschaften der Lautsprecher. Von der FH Düsseldorf wird ein System vorgestellt, welches durch den bevorzugten Einsatz von handelsüblichen Komponenten mit besonders günstigem Preis-/Leistungsverhältnis und eine Vorverarbeitung der Audiosignale gekennzeichnet ist. Es ist zudem mobil und vergleichsweise einfach zu handhaben und soll damit Anwendungsgebiete erschließen, für die eine große und teure Anlage nicht in Frage kommt, etwa bei Präsentationen oder Messeauftritten sowie Produktion und Wiedergabe von Ton- und Filmerzeugnissen für kleine bis mittlere Auditorien.

Di. 14:50 N 1095

Wellenfeldsynthese

Augmented Reality Using Wave Field Synthesis for Theatres and Opera Houses

Renato Pellegrini, Clemens Kuhn

sonic emotion ag

Wave Field Synthesis has proven its applicability to many fields of sound reproduction in the past. The focus of this paper is to explore the applicability of WFS to live environments such as Theaters and Opera houses. WFS can be used for room enhancement and sound reinforcement. Special care has to be taken on the synchronicity of both, audio & parameters during processing and reproduction. Further issues include the directivity of virtual sound sources reproduced by WFS and windowing effects due to non-ideal array-positioning. Practicable implementations are introduced.

Di. 15:15 N 1095

Wellenfeldsynthese

Wellenfeldsynthese - Erweiterungen und Alternativen

Robert Höldrich, Alois Sontacchi

Institut für Elektronische Musik und Akustik

Die Wellenfeldsynthese (WFS) hat in den letzten Jahren den Proof-of-Concept als innovatives Beschallungskonzept weitgehend erbracht. Die von herkömmlichen Wiedergabesystemen wie Stereo oder 5.1 bekannte Begrenzung des Abhörgebiets

und die fehlende akustische Perspektive können mit WFS überzeugend überwunden werden. Allerdings zeigt WFS weiterhin Einschränkungen wie die Notwendigkeit getrennter Quellsignale, fehlerhaftes Abstandsverhalten der virtuellen Quellen, mangelnde Stabilität von fokussierten Quellen, die notwendige Bedämpfung des Wiedergaberaums, ein restriktives Lautsprecher-Layout und die noch immer fehlende 3.Dimension in der Schallwiedergabe. In der präsentierten Arbeit wird als Erweiterung des WFS-Konzepts der Zeitumkehrspiegel vorgestellt, der eine deutliche Stabilisierung fokussierter Quellen erreicht ohne einer starken Bedämpfung des Wiedergaberaums oder einer speziellen Lautsprecherkonfiguration zu bedürfen. Darüber hinaus werden die Ergebnisse der Verwendung eines planaren Wiedergabe-Layouts im Vergleich zur Linienquelle anhand einer Binauralsimulation vorgestellt. Als Alternative zu WFS und gleichzeitig als flexible Erweiterung in die 3. Dimension wird die Kombination mit Ambisonic-Systemen höherer Ordnung vorgeschlagen, deren hervorragende Praxistauglichkeit in mehreren Großproduktionen zeitgenössischer Musiktheaterwerke gezeigt wurde.

Di. 15:40 N 1095

Wellenfeldsynthese

Zur Kombination von Wellenfeldsynthese mit monoskopischer und stereoskopischer Bildwiedergabe

Frank Melchior, Diemer De Vries, Sandra Brix

Fraunhofer IDMT

Das an der TU Delft entwickelte Prinzip der Wellenfeldsynthese ermöglicht die natürliche und räumliche Reproduktion von Schallfeldern für einen großen Wiedergabebereich. Das generierte Schallfeld erlaubt es, für eine große Zahl von Zuhörern einen ihrer Position entsprechend korrekten Klangeindruck zu erzielen. Diese Eigenschaft bietet völlig neue Möglichkeiten bei der Entwicklung von zukünftigen audiovisuellen Systemen. Voraussetzung ist jedoch eine genaue Kenntnis des Zusammenwirkens von räumlicher Tonwiedergabe mittels Wellenfeldsynthese und monoskopischer bzw. stereoskopische Bildwiedergabe.

Dieser Beitrag liefert eine Zusammenfassung bisheriger Untersuchungen zur Wahrnehmung bei der Kombination von Wellenfeldsynthese mit Bildwiedergabe für unterschiedliche Applikationen. Weiterhin werden erste Ergebnisse zur Kombination von Wellenfeldsynthese mit stereoskopischer Bildwiedergabe vorgestellt.

Di. 16:30 N 1095

Wellenfeldsynthese

Simulation and visualisation of complex sound sources in Wave Field Synthesis

Marije Baalman

Technische Universität Berlin

In current WFS implementations only two types of sound sources are available: a point source and a plane wave. In order to obtain a more realistic sound source impression the auralisation of more complex sound sources needs to be implemented. This paper presents the first steps towards an implementation of a sound source, whose size and form can be defined, as well as its radiation characteristic. Simulations in Matlab, using physical models of sound objects created with Modalys, show the resulting wave fields for different objects and calculation methods.

The presentation will be held in German.

Di. 16:55 N 1095

Wellenfeldsynthese

Multiexciter Panel Compensation for Wave Field Synthesis

Sascha Spors, Dominik Seuberth, Rudolf Rabenstein

Universität Erlangen-Nürnberg

Multi-Exciter panels (MEP) are a relatively new type of multichannel loudspeakers that have been developed in the course of the European project CARROUSO. MEPs have a relatively simple mechanical construction. They consist of a foam board with both sides covered by a thin plastic layer. Multiple electro-mechanical exciters are glued on the back side of the board. The board is fixed on the sides and placed in a damped housing. The benefits of MEPs are their simple construction and the possibility of seamless integration into walls. Due to their multiple exciters MEPs are designed for the use with wave field synthesis (WFS).

However, because of their simple mechanical construction it can be expected that their characteristics are not comparable to high-quality loudspeakers. This paper analyzes the characteristics on the basis of measurements made from four eight-channel MEPs built at the Chair of Multimedia Communications and Signal Processing at the University of Erlangen-Nuremberg. The discussion includes the frequency and phase response of individual channels as well as the differences between the four MEPs. A further analysis reveals that the surfaces of the MEPs produce acoustic reflections in certain setups.

These characteristics require a proper compensation for the use with high-quality WFS systems. The multiple exciters of an entire setup of MEPs can be used to jointly compensate for the frequency and directional response of each individual channel. This compensation is achieved by a digital equalization of each exciter driving signal. The design of suitable algorithms is briefly discussed.

Di. 14:00 N 1179

Fahrzeugakustik 1

Erweiterung des Entwicklungspotentials von Fahrzeugstrukturen durch Einsatz leistungsstarker elektrodynamischer Pulser

Rainer Jöst

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

Zur Untersuchung des Schwingungsverhaltens von Fahrzeugstrukturen wie Karosserien durch Modalanalysen werden meist elektrodynamische Schwingerreger verwendet. Diese Elektropulser erzeugen relativ geringe Kräfte bis ca. 200 N. Unter der Annahme, dass sich solche Strukturen linear verhalten, ist die Höhe der eingeleiteten Kräfte unter der Voraussetzung einer gleichmäßigen Energieverteilung unerheblich. Dies ist bei reinen Strukturbauteilen wie Rohkarosserien auch der Fall. Bei gekoppelten Strukturen wie Gesamtfahrzeugen mit einer ganzen Reihe an nichtlinearen Elementen trifft diese Annahme nicht mehr zu. In Abhängigkeit der Anregungsamplitude können sich Resonanzfrequenzen und Dämpfungen stark verschieben.

Aus diesem Grund hat Porsche Elektropulser beschafft, die ein weit höheres Kraftniveau von 1500 N erreichen. Damit können im Frequenzbereich ab ca. 10 Hz die im Fahrbetrieb tatsächlich auftretenden Schwingungen im Prüfstand exakter simuliert werden. Es können somit Variantenuntersuchungen von nichtlinearen Bauteilen wie Aggregatlagern im Prüfstand durchgeführt werden. Darüber hinaus sind Untersuchungen der akustischen Qualität (Squeak and Rattle) sowie Rollgeräuschsimulationen möglich.

Erste Erfahrungen mit dem neuen System sowie aktuelle Ergebnisse werden geschildert.

Di. 14:25 N 1179

Fahrzeugakustik 1

TPA mit Nebenwegkompensation bei FahrzeugenOtto Martner, Carsten ZerbsMüller-BBM GmbH

Die Güte der TPA wird bestimmt durch das Übersprechverhalten bei der Messung von Übertragungsfunktionen. Im Fahrzeug liegen die Teilquellen i.A. nahe beieinander, wodurch die Übertragungsfunktionen benachbarter Quellpunkte teilweise redundante Informationen beinhalten. Im modalen Frequenzbereich können in diesem Fall bei einfacher Synthese die Anteile der Teilpfade überschätzt werden.

In Untersuchungen wurde die Eignung algebraischer Verfahren zur Kompensation dieses Effektes geprüft. In dem Beitrag werden Ergebnisse aus dem Bereichen Luft- und Körperschallübertrag mit und ohne Nebenwegkompensation dargestellt und diskutiert.

Di. 14:50 N 1179

Fahrzeugakustik 1

Helium-SchallpfadanalyseHans-Joachim RaidaFord-Werke AG

Für die Akustik-Entwicklung von Kraftfahrzeugen ist es wichtig, Luftschall - und Körperschallanteil des Motorgeräusches im Innenraum zu bestimmen, um zielgerichtet Optimierung an Körperschallpfaden (Motorlager) bzw. Luftschalldämmung/-dämpfung durchzuführen. Stand der Technik zur Untersuchung von Schallpfaden sind experimentelle Methoden wie z.B. Modifikation von Einzelpfaden (z.B. Auswechseln der Motorlager), Entkopplung einzelner Aggregate oder des Antriebsstranges, sowie analytische Verfahren, bei denen aus gemessenen Luftschall- und Körperschall-Transferfunktionen und gemessenen Betriebsdaten (Motorlagerbeschleunigungen, abgestrahltes Motorgeräusch) die einzelnen Schalldruckanteile ermittelt werden. Die o.g. Methoden sind jedoch teilweise recht (zeit-)aufwendig. - Es wird ein alternatives, zeit- und kostengünstiges Verfahren vorgestellt, das ermöglicht, zwischen dem Luftschall-

und Körperschallanteil eines Motorengeräusches im Fahrzeuginnenraum zu unterscheiden. Bei diesem Verfahren wird der Motorraum mit dem Edelgas Helium geflutet. Aufgrund seiner physikalischen Eigenschaften führt Helium zu signifikanten Veränderungen der akustischen Verhältnisse im Motorraum. Aus dem Vergleich der Motorabstrahlung und des im Fahrzeug aufgenommenen Innenraumgeräusches vor und nach der Heliumflutung können qualitative und quantitative Rückschlüsse auf den Luftschall- und Körperschallanteil gezogen werden.

Di. 15:15 N 1179

Fahrzeugakustik 1

Klangbeeinflussung von Dieselgeräuschen durch nichtlineare Kennlinien

Carsten Zerbs, Otto Martner, Kurt Mick
Müller-BBM GmbH

Untersuchungen zu Geräuschen von Dieselfahrzeugen zeigen, dass die klassischen psychoakustischen Parameter keine hinreichend gute Beschreibung der Dieselcharaktere ermöglichen. Durch die Parameter werden die impulshaltigen Signalanteile, die den dieselhaften Klangcharakter hervorrufen, nur unzureichend beschrieben.

Die Anwendung von signalanalytischen Kenngrößen, die zur Beschreibung der Spitzenhaltigkeit von Signalen geeignet sind, verspricht unter Berücksichtigung des Frequenzbereichs, in dem die Signalspitzen auftreten, eine wesentlich bessere objektive Charakterisierung.

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur objektiven Beschreibung von Dieselgeräuschen vorgestellt, der anhand von Hörversuchung validiert wurde. Verwendet wurden Originalaufnahmen von Dieselgeräuschen sowie Dieselgeräusche, deren Klangcharakter durch Manipulation des Zeitverlaufs gezielt verändert wurde.

Di. 15:40 N 1179

Fahrzeugakustik 1

Methode zur Analyse und Bewertung von Dieselgeräuschen Teil 1

Ralf Heinrichs, Markus Bodden
Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne (ACC)

Geräusche von Fahrzeugen mit Dieselmotoren weisen typische Geräuschmerkmale auf, die sie eindeutig von Fahrzeugen mit Benzinmotor unterscheiden. Diese typischen Merkmale lassen

sich auf charakteristische Signaleigenschaften zurückführen, die nur mit spezifischen Analyseverfahren identifiziert und quantifiziert werden können. Ein dafür geeignetes Verfahren wird in zwei Vorträgen vorgestellt. In diesem ersten Teil des Vortrages werden die folgenden Themen behandelt: - Faktoren der Wahrnehmung von Dieselgeräuschen - Physikalische Ursachen und die entsprechenden Analyseverfahren - Vorstellung der Narrow Band Modulation Analysis (Schmalband-Modulationsanalyse) - Beispielhafte Anwendungen

Di. 16:05 N 1179

Fahrzeugakustik 1

Methode zur Analyse und Bewertung von Dieselgeräuschen Teil 2

Markus Bodden, Ralf Heinrichs

Product Sound - Ing.-Büro Dr. Bodden

Die Eigenschaften des entwickelten Verfahrens werden im zweiten Teil des Vortrages detaillierter beschrieben. Die folgenden Punkte werden diskutiert: - Zusammenhang zwischen periodischer Impulshaltigkeit und Modulationsanalyse - Einfluß der Zylinderfeuerung sowie speziell der Unterschiede und Variationen der Feuerungen einzelner Zylinder - Darstellung einer Metrik zur automatischen Beurteilung von Dieselgeräuschen - Beispielhafte Anwendungen

Di. 16:30 N 1070

Spracherkennung

Menschliche und automatische Verständlichkeitsbewertung bei tracheoösophagealen Ersatzstimmen

Tino Haderlein, Stefan Steidl, Elmar Nöth, Maria Schuster

Universität Erlangen-Nürnberg

Tracheoösophageale Ersatzstimmen (TE-Stimmen) sind eine Möglichkeit, Patienten nach einer totalen Laryngektomie, d.h. Kehlkopfentfernung, die Fähigkeit zu sprechen zurück zu geben. Die Betroffenen durchlaufen eine Therapie, in der wiederholt evaluiert werden muss, ob und wie sich ihre Ersatzstimme hinsichtlich Kriterien wie Lautstärke, Verständlichkeit oder Prosodiefähigkeit entwickelt hat. Da die Beurteilung subjektiv erfolgt und das Verfahren für Arzt und Patienten aufwändig ist, erscheint eine Automatisierung und Objektivierung in diesem Bereich sinnvoll. In diesem Artikel werden erste Experimente zur automatischen Spracherkennung bei Patienten mit tracheoösophagealer Ersatzstimme vorgestellt. Die Worterkennungsraten sind wegen der

akustischen Gegebenheiten erwartungsgemäß wesentlich niedriger als bei Normalstimmen. Sie lagen auf unseren Testdaten bei durchschnittlich unter 30% bei einem Erkenner, der auf jungen Normalsprechern trainiert wurde und nur das Vokabular für die Lesevorlage (den Standardtext von Nordwind und Sonne) enthält.

Unsere Teststichprobe bestand hierbei aus 18 Aufnahmen des Textes von 18 männlichen Sprechern mit einem Durchschnittsalter von 64 Jahren. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Wortakkuratheit des Spracherkenners sehr gut mit der Bewertung der Verständlichkeit durch Experten korreliert, welche Noten auf einer Likert-Skala mit Werten von 1 (sehr gut) bis 5 (sehr schlecht) vergaben. Die Durchschnittsnote aus fünf Beurteilungen durch menschliche Bewerter zeigte einen Korrelationskoeffizienten zur maschinell berechneten Wortakkuratheit von -0,84 sowie einem Wert von 0,43 für ein Multi-Rater-kappa zwischen Menschen und Maschine, das der Inter-Rater-Übereinstimmung innerhalb der Expertengruppe (0,44) entspricht.

Die Arbeiten werden derzeit auf weitere Stimmbewertungskriterien ausgedehnt.

Di. 16:55 N 1070

Spracherkennung

Auditory-based Automatic Speech Recognition

Marcus Holmberg, David Gelbart, Werner Hemmert

Infineon Technologies AG, CPR-ST

In this paper we evaluate a model of peripheral auditory processing on a standardized automatic speech recognition test. The setup allows us to assess how different steps in the transformation from sound signal to auditory nerve action potentials affect speech recognition in noise. The inner ear model features large dynamic compression (>60 dB) and realistic, level-varying filter shapes. The sensory cell model has a limited dynamic range, which requires matching of compression and sensory cell. We also compare this complex model with a simplified, computationally more efficient model of auditory processing. Given the highly non-linear nature of our inner-ear model, speech recognition yields surprisingly high recognition scores, comparable to classical mel-frequency cepstral coefficients (MFCC). One of our conclusions is that adaptation can improve speech recognition, especially in noisy conditions. Adaptation is a basic principle of neuronal processing, which accentuates signal onsets. Applying our

simplified adaptation model to a standard feature extraction scheme (MFCC) enhanced recognition accuracy in noise (AURORA task, complex backend, averaged recognition scores) from 56.40 75.6% (clean training condition). This corresponds to a relative improvement of the word error rate by 41%.0 Adaptation outperformed RASTA processing (relative improvement 31%), which is commonly used in handheld devices.

Di. 17:20 N 1070

Spracherkennung

Monaural Speech Segregation Based on Pitch

Martin Heckmann, Frank Joublin

Honda Research Institute

Wir stellen eine neuartige Methode zur Trennung von einkanalig aufgenommenen Sprachsignalen basierend auf der Grundfrequenz der Signale vor. Unsere Methode wurde inspiriert durch die Fähigkeit einer Klasse von Neuronen im auditorischen System des Menschen sich in ihrem Feuern an die Phase des Eingangssignals anzupassen (phase locking). Zunächst zerlegen wir das Eingangssignal mittels einer Gammaton-Filterbank in einzelne Frequenzkanäle. Zur Bestimmung, ob es sich bei den Signalen in den einzelnen Frequenzkanälen um Harmonische der gleichen Grundfrequenz, und damit von der gleichen Quelle, handelt, vergleichen wir die Abstände der Nulldurchgänge der Signale. Bei diesem Vergleich werden nur Kanäle berücksichtigt, deren Mittenfrequenzen sich in einem harmonischen Verhältnis befinden. Damit wird zusätzlich zu den Nulldurchgängen auch noch ein für die Trennung harmonischer Signale häufig verwendetes Kammfilter implementiert. Die Bestimmung der Nulldurchgänge ist bei hohen Frequenzen ungenau. Deshalb bedienen wir uns bei Kanälen mit einer hohen Mittenfrequenz der Eigenschaft, dass diese bei Grundfrequenzen im Bereich möglicher Sprachgrundfrequenzen nicht aufgelöste Harmonische zeigen. Dies äußert sich dadurch, dass die Einhüllende dieser Signale mit der zugrundeliegenden Grundfrequenz moduliert. Zur Bestimmung der Grundfrequenz demodulieren wir daher die Signale und berechnen danach wieder die Abstände der Nulldurchgänge. Insgesamt erzielen wir sehr gute Trennungen bei unterschiedlichsten Störsignalen.

Di. 17:45 N 1070

Spracherkennung

Hallo, ist jemand zu Hause? Ermittlung der notwendigen Wortererkennungsrate eines Smart-Home-Systems.Jan Krebber*Institut für Kommunikationsakustik RUB*

Im Rahmen des europäischen IST-Projektes INSPIRE (INfotainment management with SPeech Interaction via REmote microphones and telephone interfaces) wurde ein Sprachdialogsystem zur Steuerung von verschiedenen Hausgeräten (Fernseher, Videorecorder, Lampen, Rolladen, etc.) aufgebaut. Das System stellt eine intelligente und einheitliche Schnittstelle für den Benutzer dar. Um die Anforderungen an die Signalvorverarbeitung und Spracherkennung zu spezifizieren, wurden Wizard-of-Oz-Tests durchgeführt mit dem Ziel, die notwendige Wortererkennungsrate für einen Keyword-Spotting-Spracherkenner zu ermitteln. Der Beitrag stellt die verwendeten Methoden und die so gewonnen Ergebnisse dar.

Di. 18:10 N 1070

Spracherkennung

Benutzererwartungen im Zusammenhang mit dem INSPIRE SprachdialogsystemRosa Pegam, Jan Krebber, Ute Jekosch*IKA Ruhr-Uni Bochum*

Mit dem INSPIRE System lassen sich verschiedene Geräte im Wohnbereich über gesprochene Sprache steuern. Experimente mit naiven Versuchspersonen zeigten allerdings, dass Nutzer sich während der Interaktion mit dem System stellenweise in ihren Erwartungen dem Dialogverlauf gegenüber enttäuscht sahen. Situationen, die regelmäßig auftraten, wurden im Anschluss an die Experimente vor dem Hintergrund von Beobachtungen und Befragungen, die während der Experimente stattfanden, untersucht. Der Vortrag zeigt die Probleme exemplarisch auf und enthält Ideen für mögliche Verbesserungen am Dialogmanagement des Systems.

Di. 16:55 N 1179

Fahrzeugakustik 2

Einsatz der Multipolsynthese für die Ermittlung der Schnelleverteilung auf MotoroberflächenTobias Kellert, Björn Römer*RWTH Aachen*

In der Automobilindustrie werden Motoren im Rahmen der Fahrzeugentwicklung auf einem Prüfstand untersucht, um ihre Schallabstrahlung bewerten zu können. Dabei werden im Standardverfahren einige wenige Mikrofone im Fernfeld aufgestellt und ggf. zusätzlich charakteristische Signale im Nahfeld aufgenommen, wie etwa das Ansaugeräusch. Der Wunsch ist es, aus diesen Messungen Rückschlüsse auf das Abstrahlverhalten des Motors im eingebauten Zustand machen zu können. Ein vielversprechendes Verfahren besteht in der Multipolstrahlersynthese, in dem an einem Ersatzmodell eine geeignete Multipol-Quellanordnung bestimmt wird. Anhand dieses Verfahrens kann eine Schnellebelegung auf der Motoroberfläche geschätzt werden, wonach weitere Schritte wie Abstrahlungsberechnungen mit BEM oder FEM für eine Motorraumsimulation folgen können. Es stellt sich zunächst die Frage, wie viele Mikrofone im Nahfeld und im Fernfeld gebraucht werden, um zu einer realistischen Schnellebelegung der Motoroberfläche zu gelangen. Im Rahmen dieses Vortrages werden erste Ergebnisse vorgestellt und weitere Schritte diskutiert.

Di. 17:20 N 1179

Fahrzeugakustik 2

Optimierte Schwingungsisololation im Kurbelwellen-ZMS-VerbundAndreas Anstätt, Carsten Mohr*LuK GmbH & Co. oHG***Optimierte Schwingungsisololation im Kurbelwellen-ZMS-Verbund**

Hubkolbenmotoren regen mit ihren periodischen Verbrennungsvorgängen Drehschwingungen im Antriebsstrang an - Getrieberrasseln und Karosseriedröhnen können die unangenehmen Folgen sein. Der gestiegene Komfortanspruch der Kunden lässt solch eine Geräuschkulisse nicht mehr zu. Hier hat sich seit Jahren der Einsatz eines Zweimassenschwungrades (ZMS) bewährt.

Innerhalb der letzten Jahre stellte der Zuwachs an Motordrehmoment und Motorleistung, in speziellen Fällen auch die Erhöhung

der Motordrehzahl, die ZMS-Entwicklung vor neue Herausforderungen. Je nach Eigenfrequenz der fest an die Kurbelwelle angekoppelten ZMS Primärseite kann dies zu unerwünschten Anregungen und Resonanzen führen, welche sich akustisch bemerkbar machen können.

Die Konstruktion herkömmlicher ZMS ist so ausgelegt, dass die Eigenfrequenzen oberhalb des Drehzahlbereiches des Motors liegen. Bei hochdrehenden Motoren stößt diese Konstruktion jedoch an ihre Grenzen. Eine Verschiebung der Eigenfrequenzen des ZMS in den höheren Drehzahlbereich ist wegen des beschränkten Bauraums nicht möglich. Die innovative Lösung besteht darin, die Eigenfrequenzen entweder in den Fahrbereich bei niedrigen Drehzahlen zu verschieben, da hier die Anregung gering ist, oder sogar unterhalb der Leerlaufdrehzahl.

So wurde bei der Entwicklung dieser neuen ZMS-Generation bewusst eine extreme Absenkung der Eigenfrequenzen der Primärseite verfolgt. Dies gelang durch den Einsatz einer 'Flexplate', ein Blechpaket mit drei Einzelblechen, womit die Biege- und Axialfrequenzen des ZMS abgestimmt werden konnten. Des Weiteren wurde durch diese 'weiche' Anbindung des ZMS zur Kurbelwelle die Flanschbelastung minimiert. Im Entwicklungsprozess wurden die Methoden der rechnerischen und experimentellen Modalanalyse zur Abstimmung der Biege- und Axialfrequenzen herangezogen. Eine Validierung der Versuchsergebnisse und eine Überprüfung der Entwicklungsziele erfolgte in Fahrzeugmessungen.

Di. 17:45 N 1179

Fahrzeugakustik 2

Prognose des Antriebsgeräusches zufolge modifizierter Motorlager

Fred Nentwich

Liebherr-Transportation Systems GmbH

Der Charakter des Fahrgeräusches läßt den Kunden das Fahrzeug mit einer hohen oder einer geringen Qualität assoziieren. Zur effektiven Gestaltung des Fahrgeräusches muß die Wirkung von konstruktiven Maßnahmen bestimmt werden. Die Motorlager stellen einen der dominanten Transferpfade des Antriebsgeräusches dar. Deshalb soll untersucht werden, welchen Einfluß die Steifigkeit der Motorlager auf das Antriebsgeräusch hat. Alternativ zu den serienmäßigen Motorlagern werden ein Paar harte und ein Paar weiche Motorlager angefertigt. Ihr Transferverhalten wird am Komponentenprüfstand gemessen. In einem

Rechenmodell werden die einzelnen Geräuschanteile durch Faltung im Zeitbereich dargestellt und zum synthetischen Antriebsgeräusch, das per Kopfhörer dargeboten wird, zusammengefügt. Auf diese Weise wird das Antriebsgeräusch bei alternativen Motorlagern vorhergesagt. Zur Validierung werden die harten bzw. weichen Motorlager in das Fahrzeug eingebaut. Das resultierende Antriebsgeräusch wird aufgezeichnet. Im Rechenmodell wird für den Einbau der harten Motorlagern eine Lautheitszunahme von 55% vorhergesagt; Gemessen wird eine Zunahme von 30%. Bei den weichen Motorlagern hingegen prognostiziert das Modell, daß die Lautheit kaum verändert wird, da die Abschwächung des Motorlagergeräusches durch andere dominante Geräuschanteile abgefangen wird. Dies wird eindrucksvoll durch die Validierungsmessung bestätigt.

Di. 18:10 N 1179

Fahrzeugakustik 2

Innovative products for limitation of surface radiated noise from exhaust systems of vehicles

Jan-Friedrich Brand

Tenneco Automotive, Heinrich Gillet GmbH

These days, the trend of engineering from exhaust systems leads to changes in design from round, stiff, acoustically advantageous structures to flat, acoustically unfavorable parts which are used because of restrictions in design space. Double layer technologies of muffler which had been used in the past for noise damping are shifted to single layered materials due to costs and manufacturing processes. Cast iron, which is used for manifolds, is replaced by metal sheets with thin thickness because of thermal and lightweight reasons. These actions mean regular increasing noise radiation. New technologies are requested to ensure the sound quality.

This paper outlines the physical phenomena of multiple layered metal sheets and their acoustic behaviour as well as innovative low cost solutions with high performance to reduce the acoustical radiation. A surface damping element is presented and topography optimizer tools, like OptiStruct® from Altair Engineering®, are shown. The investigations are based on exhaust system parts from vehicles, but the solutions can also be used in other areas of engineering where expenses, thermal or hygienic reasons avoid the use of damping materials.

Di. 17:20 N 1095

Elektroakustik: Kunstkopf/HRTF

Wachstumsabhängigkeit der HRTF: Parameterstudien von KopfgeometrienJanina Fels*RWTH Aachen*

In vielen Bereichen werden heutzutage Kunstköpfe eingesetzt. So werden zum Beispiel für die Messung und Entwicklung von Hörgeräten die Außenohrübertragungseigenschaften immer wichtiger. Eines der wichtigsten Merkmale für die Ortung von Schallquellen ist die "Interaural Time Difference" (ITD) - dieses Merkmal ist stark abhängig von der Kopfgröße. In einigen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass es bei Kopfgeometrien von Erwachsenen zahlreiche individuelle Unterschiede gibt. Viel gravierender, auch im Hinblick auf die HRTF, ITD und weitere akustische Merkmale sind allerdings Unterschiede in den geometrischen Daten von Kinderköpfen unterschiedlichen Alters. Auf der letzten DAGA wurde gezeigt, dass die HRTF eines Kleinkindes und auch von Kindern im Kindergartenalter erheblich in ihrer Struktur von einer typischen Erwachsenen-HRTF abweichen. Zahlreiche Kopfgeometrien für ein parametrisches Modell, welches sowohl für Kinder als auch für Erwachsene geeignet ist, sind in einer Datenbank erfasst worden. Auf der Basis dieser Datenbank mit Kopfgeometrien von 6-Monate alten Kindern bis hin zum Erwachsenenalter wird der Einfluss verschiedener Parameter untersucht.

Di. 17:45 N 1095

Elektroakustik: Kunstkopf/HRTF

Design und Anwendung eines Low-Cost-Kunstkopfes für gehörrichtige AufnahmenTorsten Back, Steffen Kuhl*Technische Universität Darmstadt, Mechatronik und Maschinenakustik*

Am Fachgebiet Mechatronik und Maschinenakustik an der Technischen Universität Darmstadt wurde ein kostengünstiges, binaurales Kunstkopf-Meßsystem für gehörrichtige Aufnahmen und Signalanalyse aufgebaut.

Bei neuen Entwicklungen in der heutigen Zeit spielen die akustischen Eigenschaften eine immer größere Rolle. Häufig sind sie einer der wenigen Eigenschaften, sich vom Mitbewerber zu unterscheiden. Dies führt dazu, dass Maschinen und Bauteile immer leiser werden. Dies hat jedoch auch zur Folge, dass nicht

mehr der absolute Schalldruckpegel im Vordergrund steht, sondern der subjektive Gehöreindruck immer mehr an Stellenwert gewinnt.

Um diesen subjektiven Gehöreindruck aufzeichnen und archivieren zu können, wird der Einsatz eines so genannten Kunstkopfes benötigt. Da kleinere Institute die hohen Kosten eines kommerziellen Kunstkopfes oft nicht aufbringen können und der hohe Qualitätsstandard dieser Messtechnik nicht benötigt wird, ist es nahe liegend sich ein binaurales Meßsystem selbst aufzubauen. Für den Aufbau des Kunstkopfes ist es von Vorteil, dass es keine Norm für Messungen mittels der Kunstkopftechnologie gibt.

An unserem Institut wurde dazu eine Schaufensterpuppe mit Silikon-Ohren und kostengünstigen Silicon-Mikrofonen ausgerüstet. (Kosten der Mikrofone ca. 18 Euro incl. Vorverstärker, Materialkosten des gesamten Meßsystems ca. 100 Euro). Anschließend wurde dieser Low-Cost-Kunstkopf in einem schalltoten Raum vermessen und mit einem kommerziellen Kunstkopf verglichen und die Ergebnisse bewertet.

In dem Beitrag wird zusätzlich auf die Grundlagen der Kunstkopftechnologie eingegangen, die für den Bau eines binauralen Meßsystems notwendig ist.

Di. 18:10 N 1095

Elektroakustik: Kunstkopf/HRTF

Zur Varianz der Kopfhörer-Außenohr-Übertragungsfunktionen seitens infantiler und erwachsener Probanden

Andreas Veitinger, Florian König

Ultrasone AG

Aufgrund der rasanten Entwicklung in der Elektroakustik sind heute Tonaufnahme-Wiedergabe-Darbietungen von bislang undenkbar hoher Qualität möglich. Allerdings werden hierbei alle Kriterien und Randbedingungen für den erwachsenen Hörer angelegt, Unterschiede zu Kindern und Jugendlichen werden jedoch nicht berücksichtigt (s. Audiologie, Kunstkopf, Kopfhörer)! Wie der Mensch sein räumliches Hörvermögen im Kleinkindalter erlernt hat, ist inzwischen nachvollziehbar. Ebenso sind infantile Höreffekte, wie eine > 6 dB einnehmende Hörempfindlichkeitsreduktion um die C5-Senke und die Tatsache, daß die kindliche Sprachstimmlage 2 bis 3 Oktaven höher als bei Männern oder

Frauen liegt, bekannt. Welchen Einfluß die deutlich kleinere Kinderhör anatomie während der Nutzung von binauralen, kopfbezogenen 'Erwachsenen-Beschallungsvorrichtungen' auf das Hörergebnis nimmt, ist dagegen unbekannt. Anders gesagt: Was passiert, wenn Kinder Kopfhörer benutzen, die eigentlich für Erwachsene konzipiert sind? Lauschen Kinder damit ihre Tonkonserven unter Anwendung der 'mittleren' Klangbildentzerrung für Erwachsene? Der vorliegende Beitrag soll die meßtechnisch erfaßbaren Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen bezüglich des Audiosignal-Übertragungsverhalten erstmals aufzeigen. Hierfür wurden Messungen über zwei größere Personengruppen beiderlei Geschlechts durchgeführt, zum einen Kinder im "Kindergarten"-Alter sowie erwachsene Personen über 20 Jahre. Als Ergebnis zeigte sich, daß Kinder und Erwachsene jeweils unterschiedliche spektrale Inhalte zu Gehör bekommen.

Di. 17:45 HS 0601

Elektroakustik

Planungen und Simulationen für eine Notfalldurchsageanlage in einer großen und besonders komplexen Industrieanlage

Anselm Goertz, Christiane Bangert, Alfons Krah, Hans Nijssen
Audio & Acoustics Consulting Aachen

Nach den gesetzlichen Vorgaben müssen in bestimmten Industrieanlagen Möglichkeiten für Notfalldurchsagen und akustische Warnhinweise bestehen. Am Beispiel einer sowohl unter sicherheitstechnischen Aspekten wie auch unter akustischen Gesichtspunkten extrem schwierigen Örtlichkeit sollen die Möglichkeiten der Planung einer entsprechenden Lautsprecheranlage mit Hilfe von moderner Simulationssoftware und Messtechnik gezeigt werden. Eine Nachhallzeit von 8s und ein Störpegel von 85dB waren die Randbedingungen unter denen großflächig eine mindestens angemessene Sprachverständlichkeit mit einem STI-Wert von 0,45 oder besser erzielt werden sollte.

Poster Dienstag

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Untersuchungen zur Sprechererkennung mit Hilfe akustischer Merkmale

Frank Wallhoff, Björn Schuller, Gerhard Rigoll

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München

Im Rahmen heutiger Spracherkennungsaufgaben ist neben der sprecherunabhängigen Erkennung fließend gesprochener Sprache zudem auch die Erkennung und Identifikation des jeweiligen Sprechers interessant geworden. So können beispielsweise automatische Transkriptionen in Sitzungsszenarien (Wer sagt was?) oder Biometrie-basierte Authentisierungen als Anwendung in Frage kommen.

Bei der hier vorgestellten Arbeit soll es zunächst das Ziel sein, die besonderen, sprecherabhängigen Eigenschaften zuvor aufgenommener kurzer Audio-Dateien zu isolieren. Diese sprecher-spezifischen Eigenschaften können dann als Abstandsmaß zu einem existierenden sprecherunabhängigen System verwendet werden. In einem zweiten Schritt kann dann anhand dieses Maßes durch Vergleiche der ähnlichste Referenzsprecher gefunden werden.

Als Basis der extrahierten Sprechermerkmale dienen die in der klassischen Statistik basierten Spracherkennung bekannten MFCC-Koeffizienten, sowie weitere aus dem Sprachsignal abgeleitete Attribute.

Die Leistungsfähigkeit des vorgestellten Systems soll an einer speziell für diese Aufgabenstellung entworfenen Datenbank gemessen werden.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Einfluß von unterschiedlichen inversen Filtertechniken auf das Fehlersignal von Sprache

Hartmut Pfitzinger

Inst. für Phonetik, LMU

Bei der menschlichen Sprachproduktion lassen sich zwei Hauptprozesse identifizieren: 1) die Rohschallerzeugung durch die

schwingenden Stimmlippen (stimmhafte Laute) oder durch turbulenten Luftstrom (stimmlose Laute) und 2) die vergleichsweise langsamen Veränderungen der Übertragungsfunktion, hervorgerufen durch die Resonanzeigenschaften des Vokaltraktes. Allgemein beschreibt man diese Zweigliederung als Quelle-Filter-Modell der Sprachproduktion, und seit den 70er Jahren werden effiziente Algorithmen nach dem Prinzip des LPC (Linear Predictive Coding) auf das Sprachsignal angewendet, um es in Quellsignal und variierende Filterfunktionen zu zerlegen (auch als Inverses Filtern bekannt). Prinzipiell werden dabei in ca. 10ms Schritten Allpolfilter aus dem Sprachsignal geschätzt, die das Fehlersignal nach dem Kleinst-Quadrate-Kriterium minimieren, es also in ein Weißes Signal mit flachem Frequenzspektrum überführen. Zwei Unzulänglichkeiten werden hingenommen: 1) Das Kleinst-Quadrate-Kriterium verteilt den Schätzfehler gleichmäßig auf alle Abtastwerte des Fehlersignals, obwohl bekannt ist, daß das Zusammenschlagen der Stimmlippen kurzzeitig einen großen Fehler verursacht. Daher vermeiden neuere Untersuchungen zu inversen Filtertechniken die Minimierung des Fehlersignals. Statt dessen wird das Fehlersignal auf ein Glottismodell abgebildet. 2) Die Steigung des Spektrums variiert zwischen stimmhaften und stimmlosen Lauten, aber auch bereits zwischen unterschiedlichen stimmhaften Lauten. Die LPC schreibt all diese Variationen der Filterfunktion zu, obwohl das Anregungssignal für etwa $\pm 3\text{dB}$ Schwankungen der Steigung verantwortlich ist (z.B. bei Variationen zwischen weicher und harter Stimme).

Hier werden verschiedene Techniken (Autokorrelation, Kovarianz, Burg-Methode, GAR (Glottale Autoregression), adaptive Präemphase, Minimierung des linearen Fehlers) hinsichtlich ihres Einflusses auf das Fehlersignal evaluiert. Als Kriterium gilt, inwiefern der Anregungsimpuls maximiert und die Abtastwerte dazwischen minimiert werden. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das GAR-Modell hervorsticht.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Evaluation of Quantile Based Histogram Equalization in Combination with Different Root Functions

Florian Hilger, Hermann Ney

Lehrstuhl für Informatik VI

Automatic speech recognition systems are very sensitive to eventual distortions of the acoustic signal caused by noise. Whenever there is a mismatch between the distribution of the training data

and the data that is to be recognized, the recognition error rates will increase.

Quantile based histogram equalization can improve the recognition in noisy conditions: A non-linear parametric transformation function applied during feature extraction can reduce an eventual mismatch between the current recognition data and the distribution of the training data. Based on the quantiles of the cumulative distributions, the parameters of the transformation function can be reliably estimated from small amounts of data. By the way they are defined, the quantiles are independent from the scaling, range, and amount of data, thus making the method independent from prior assumptions about the data.

The approach was integrated into a modified Mel cepstrum feature extraction, in which the conventional logarithm was replaced by a root function to increase the noise robustness. The actual transformation that was used consisted of two steps. A power function transformation applied to each individual output of the Mel-scaled filter-bank, followed by a linear combination of neighboring filters.

Recognition tests were carried out with the RWTH system on the Aurora 4 noisy Wall Street Journal database. First, the influence of different root functions replacing the logarithm was studied. Then quantile equalization was applied. Putting everything together, the word error rate could be reduced from 45.70 25.5% (clean training) and from 19.50 17.0% (multicondition training).

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Zeitliche Gewichtung der Lautheit von graduell eingblendetem Rauschen

Daniel Oberfeld, Tina Plank

Johannes-Gutenberg Universität Mainz, Institut für Psychologie

Wenn Hörer die Lautheit eines längeren, im Pegel fluktuierenden Geräusches beurteilen, so gewichten sie Reizanfang und -ende stärker als den mittleren Bereich. Nur mit Trial-by-trial Feedback wird die theoretisch optimale Gleichgewichtung aller zeitlichen Segmente gefunden [Pedersen & Ellermeier, CFA/DAGA2004]. In einem 1IFC Paradigma wurde untersucht, wie die Pegelinformationen eines graduell eingblendeten Schalls (Alltagsbeispiel: sich annäherndes Auto) verarbeitet werden. Der Stimulus war ein aus zehn 100-ms Segmenten bestehendes weißes Rauschen, das ein Fade-In enthielt. In der schnellen Fade-In Bedingung waren die Pegel der ersten drei Segmente 15, 10 und 5 dB niedriger

als der Pegel der restlichen Segmente. In der langsamen Fade-In Bedingung stieg der Pegel über die ersten sechs Segmente in 2.5 dB Schritten. Der mittlere Schalldruckpegel betrug in beiden Bedingungen 55 dB SPL. Alle Segmente wurden in jedem Trial unabhängig voneinander mit einer zufälligen Pegelperturbation versehen. Beide Fade-Ins wurden zufällig verschachtelt präsentiert. Aus den binären Lautheitsurteilen ("laut" oder "leise", 1000 Trials pro Bedingung, kein Feedback) wurde mittels einer korrelativen Methode geschätzt, wie stark die einzelnen Segmente zur Diskrimination beigetragen hatten. Die Gewichtung der 'eingblendeten' Segmente war praktisch Null, während die ersten mit vollem Pegel dargebotenen Segmente hohe Gewichte erhielten. Es gab also einen "verzögerten Primacyeffekt". Zusätzlich wurden Intensitäts-JNDs für ein kontinuierliches (300 ms) und ein aus drei 100-ms Segmenten bestehendes Rauschen (Pegel des ersten und zweiten Segments 10 bzw. 5 dB unter Pegel des dritten Segments) gemessen. Entgegen des für einen idealen Beobachter zu erwartenden Ergebnisses war die Differenzschwelle für das 'eingblendete' Rauschen höher als für das kontinuierliche Rauschen.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Dauerabhängige spektrale Lautheitssummation bei Normalhörenden

Jesko Verhey, Anne-Kristin Anweiler

AG Neurosensorik, Institut f. Physik, Universität Oldenburg

Die Lautheit ist die zur Schallintensität korrespondierende Empfindungsgröße. Sie hängt neben der Schallintensität auch von anderen physikalischen Eigenschaften des Signals wie zum Beispiel seiner Dauer und seinem spektralen Gehalt ab. So stellt man fest, dass breitbandige Signale im Allgemeinen einen deutlich geringeren Pegel als schmalbandige Signale mit gleicher Lautheit haben. Dieser Effekt wird als spektrale Lautheitssummation bezeichnet. Verhey und Kollmeier ([Verhey und Kollmeier (2002) JASA 111, 1349-1353]) konnten in Lautheitsvergleichsmessungen zeigen, dass für einen mittleren Pegelbereich der breitbandigen Referenz (45-65 dB SPL) die spektrale Lautheitssummation auch von der Dauer der Signale abhängt. Sie fanden eine Dauerabhängigkeit nicht nur bei gleicher Referenzlautheit sondern auch - entgegen den Voraussagen verschiedener Lautheitsmodelle - bei gleicher Intensität des kurzen und langen

Referenzstimulus. Der vorliegende Beitrag betrachtet die Dauerabhängigkeit der spektralen Lautheitssummation im gesamten Hörbereich. Es werden bei normalhörenden Versuchspersonen mit Hilfe einer kategorialen Lautheitsskalierung Lautheitsfunktionen von kurzen (10ms) und langen (1000ms) bandpassgefilterten Rauschsignalen gemessen. Die Daten zeigen in Übereinstimmung mit Verhey und Kollmeier (2002) eine erhöhte spektrale Lautheitssummation für kurze Signale bei mittleren Pegeln. Eine größere spektrale Lautheitssummation findet sich auch für hohe Pegel der breitbandigen Referenz (> 60 dB SPL); für niedrige Pegel (< 40 dB SPL) ist die spektrale Lautheitssummation für kurze und lange Signale bei gleichem Referenzpegel hingegen gleich.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Ein Anzeigeverfahren für psychoakustische Experimente zur Distanzwahrnehmung

Stefan Kerber, Helmut Wittek, Hugo Fastl

AG Technische Akustik / MMK / TU München

Das Abfragen von Entfernungen bei psychoakustischen Experimenten zur Distanzwahrnehmung ist im allgemeinen sehr schwierig. Die realen Schallquellen müssen vor der Versuchsperson versteckt werden, da ansonsten durch den visuellen Einfluss der Hörereignisort immer mit der Position der Schallquelle übereinstimmen würde. Besondere Probleme ergeben sich, wenn die Quelle sehr nahe am Kopf des Hörers positioniert wird. Im Poster wird ein neuer Lösungsansatz für dieses Problem vorgestellt, bei welchem die Versuchsperson mit einem rechtwinklig zur Hörereignisrichtung platzierten "Dummylautsprecher" eine gehörte Entfernung anzeigen kann. Das System wurde in einer Versuchsreihe in Bezug auf seine Praxistauglichkeit evaluiert.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Verbal Descriptions of Musical Sound Timbre and Musician's Opinion of Their Usage

Ondrej Moravec, Jan Stepanek

Sound studio of the Faculty of Music, Academy of Performing Arts

Acousticians perform listening tests to find out the relations among physical properties of musical signal and its human perception. The interpretation of results of some listening test methods is based e. g. on using of acoustic characteristics or on

spontaneous verbal descriptions of the listened signal. Many expressions for the description of the sound of musical instrument used by musicians are taken from other areas of sensation. These expressions often encompass not only the sound properties of musical instrument but also the influence of the instrument player. When we want to study the sound properties which depend only on the instrument, it's very useful to discard from listening test the expressions encompassing the influence of the player. Based on results of the former experiment we have selected 60 mostly used expressions for description of musical sound timbre. In the non-listening test 20 professional musicians have evaluated the suitability of each expression for description of timbre and how often they use it. Then they have evaluated suitability of expression for description of: a) transient or steady state part of the tone, b) timbre of separated tone of musical instrument, c) technical quality of musician's playing d) artistic performance. From answers we have evaluated suitability of expressions in the above mentioned situations for all musicians and also for their subgroups (instrument players, conductors, composers, sound engineers etc.).

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Spectra of the steady state C tones of the Principal 8' of European pipe organs

Zdenek Otcenasek, Jan Stepanek, Christian Taesch

Sound Studio of the Faculty of Music, Academy of Performing Arts

Sound records of the Principal 8' tones of the thirteen pipe organs from five European countries have been analyzed. Spectra of the steady state parts of each C tone (from C2 to C6) and their means were compared. Changes in SPL of individual harmonics with tone height and its cultural, historical and musical style dependences are discussed.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Zur Vorhersage des diffusen Schallabsorptionsgrades anhand der Messung von Absorberkennwerten im Vergleich zur direkten Messung im Hallraum

Jörn Hübelt, Chris Kostmann, Günther Stephani

Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH

Dem Einsatz herkömmlicher poröser Absorber, wie z.B. Glaswolle, sind Grenzen gesetzt, da sie eine begrenzte Temperaturfestigkeit und Haltbarkeit gegenüber Überströmung aufweisen. Aus

diesem Grund wurde in den letzten Jahren vom Fraunhofer IFAM eine Methode zur Sinterung von zellularen metallischen Werkstoffen weiter entwickelt, welche die Herstellung von Schallabsorbern auf der Basis von metallischen Hohlkugelstrukturen erlaubt. Zur Vorhersage der akustischen Eigenschaften der Strukturen ist ein neuartiges Messverfahren weiterentwickelt worden [1]. Dieses Verfahren ist generell für poröse Absorber einsetzbar und beruht auf der Bestimmung der akustischen Übertragungsfunktion über einer zu untersuchenden Probe. Der Probekörper wird dabei in einem Rohr angeordnet. Die Bestimmung der Übertragungsfunktion erfolgt anhand von 4-Mikrofonen, zwei vor der Probe und zwei hinter der Probe. Auf der Grundlage dieses Verfahrens lassen sich die komplexen Größen Wellenzahl und charakteristische Impedanz bestimmen. Mit Hilfe der auf diese Weise gemessenen Absorberkennwerte ist das Schallfeld über der Absorberprobe eindeutig beschreibbar. Im Vortrag werden daher die Ergebnisse einer Messung des diffusen Schallabsorptionsgrades im Hallraum den Vorhersagen auf der Basis der Absorberkennwerte gegenübergestellt. Die Kenntnis über die Absorberkennwerte der Proben bietet einen weiteren Vorteil: Unter Verwendung eines den Werkstoff beschreibenden Absorbermodells lassen sich auf der Grundlage einer Parameteridentifikation Absorberparameter, wie Porosität, Strömungsresistanz und Tortuosität oder Strukturfaktor, berechnen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden im Vortrag ebenfalls den Resultaten direkter Messungen der Größen gegenübergestellt.

[1] Song, B. and Bolton, J. S.: A Transfer-matrix approach for estimating the characteristic impedance and wave numbers of limp and rigid porous materials. JASA, 107(3), 1131-1152, 2000.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Akustische Holographie und Rekonstruktion akustischer Wellenfelder aus Hologrammen

Hendrik Fischer

TU Braunschweig

Im Gegensatz zur heute vielfach zum Zwecke der Schallquellencharakterisierung bzw. -lokalisierung von aktiven Objekten eingesetzten akustischen Nahfeld-Holographie, soll durch Anwendung der klassischen akustischen Holographie die Konturerfassung von passiven, also beschallten Objekten durch Auswerten der in

einem Hologramm gespeicherten Amplituden- und Phasenverteilungen erreicht werden. Die Holographie ist dabei ein zweistufiger Prozess, bei dem es zunächst in einem ersten Schritt der Aufzeichnung des Hologramms in einer Abtastebene bedarf, in einem zweiten Schritt erfolgt dann die Rekonstruktion des eigentlichen Objektbildes. In diesem Beitrag wird neben einem Überblick über das holographische Messprinzip auf die numerische Rekonstruktion von durch Schallfeldsimulationen erzeugten synthetischen Hologrammen eingegangen. Zur Verdeutlichung des Einflusses verschiedener Rekonstruktionsparameter werden einige Beispiele gezeigt.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

3-D Reconstruction of Refraction Inhomogeneities in Wave Tomographic Experiment

Maxim Kalinichev, Olga Bukreeva, Mikhail Rytchagov

Moscow Institute of Electronic Technology (Technical University)

Mathematical modeling of direct and inverse scattering problems arising in wave tomographic experiments lead to a necessity of solving integral equations of Lippmann-Schwinger type which allow to obtain the estimations of the field scattered by the inhomogeneity at the arbitrary receiving aperture.

This paper represents the results of theoretical analysis, numerical modeling and experimental investigation of acoustic tomography problem within the frameworks of a more general problem, i.e. the inverse scattering problem. Suggested approach has given the possibility to develop efficient algorithms of 3-D reconstructing acoustical inhomogeneities. These algorithms are based on the models which are adequate to the physical properties of sound waves propagation in the volume under the analysis. A tomographic scheme of measurements represents in this case a way to collect scattering data and to define the efficiency and high-speed data processing.

Two aspects of the problem are considered. The first one is a linearized inverse scattering problem which is solved here by using Born single-scattering approximation. It has allowed to demonstrate the interconnection between the developed inverse scattering approach and standard diffraction tomography methods based on the interpolation procedures in the Fourier space. In the second part, 3-D structure is composed from a set of 2-D slices obtained in cross-sectional tomographic scanning.

The results of theoretical investigation have been approved in numerical modeling on the model phantoms and test inhomogeneities of Shepp-Logan type.

Di. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 1

Ph@ttSessionz: Aufbau einer Datenbank mit Jugendsprache

Alexander Steffen, Christoph Draxler, Angela Baumann, Sonja Schmidt

Ludwig-Maximilians-Universität

Ph@ttSessionz (Phonetik @Teenage Talk) ist eine im Rahmen des BITS Projektes am IPSK (Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation der LMU Munchen) durchgeführte Sprachdatensammlung in Deutschland. Ziel von Ph@ttSessionz ist der Aufbau einer Sprachdatenbank mit regional gefärbter Sprache jugendlicher Sprecher im Alter zwischen 11 und 18 Jahren. Diese Datenbank dient der Entwicklung von Sprachtechnologie und der phonetischen Forschung. Das Sprachmaterial besteht zum einen aus den typischen anwendungsbezogenen Items wie Ziffern, Zahlen, Datums- und Uhrzeitangaben, formatierte Ziffernkette, Orts- und Personennamen, Buchstabierungen, einfachen Kommandos und phonetisch reichen Sätzen, zum anderen aus einigen spontansprachlichen Antworten auf einfache Fragen, wie z. B. 'Was haben Sie in der vergangenen Stunde gemacht?' Die Aufnahmen selber finden in Klassenzimmern oder Rechnerräumen von Schulen statt, da dort die Rekrutierung jugendlicher Sprecher relativ einfach möglich ist, und weil die technische Infrastruktur vorhanden ist. Eine Schule meldet sich über das WWW zur Teilnahme an Ph@ttSessionz an und bekommt dann ein Login. Mit diesem Login kann der Aufnahmeleiter an der Schule die SpeechRecorder Software (siehe SpeechRecorder Beitrag) herunterladen und die Aufnahmeskripte freischalten, die dann die eigentliche Aufnahme steuern. Die Daten werden mit 22.050 kHz und 16 Bit mit einem Tisch- und einem Nahbesprechungsmikrofon über einen qualitativ hochwertigen USB D/A Wandler aufgenommen und über das WWW direkt ans IPSK zur weiteren Verarbeitung übertragen.

Aufnahmen von 1000 Jugendlichen im ganzen Bundesgebiet aus allen Dialektregionen werden orthographisch transliteriert und es wird ein Aussprachelexikon erstellt. Die gesamte Sprachdatenbank steht über das Bayerische Archiv für Sprachsignale bezogen werden.

Induktive Höranlagen für Schwerhörige – altbekannt oder völlig neu?Hannes Seidler,*Hör- und Umweltakustik Dresden*

Die Einbeziehung weiterer Kreise der Bevölkerung in die Kommunikationswelt und der Wille, keinen von Arbeit und Kulturgenuß wegen seiner Hörprobleme auszuschließen, werden glücklicherweise immer selbstverständlicher. Ein hilfreicher Weg ist die Installation von induktiven Höranlagen. Sie erlauben es Trägern von Hörgeräten und Innenohrimplantaten, Sprache und Gesang in halliger und nicht immer störfreier Umgebung weitgehend verständlich wahrzunehmen. Dabei kann vor allem auch die persönliche Hörtechnik eingesetzt werden, die hinsichtlich Lautstärke, Klang, Kompression, Störunterdrückung etc. eine individuelle Einstellung hat. Induktionsanlagen für Schwerhörige finden schon seit 6 Jahrzehnten Anwendung in Kirchen, Kinos, Theatern und Vortragsräumen. Und doch hat man erst in letzter Zeit aus den typischen Planungs- und Ausführungsfehlern gelernt, die dazu führten, dass diese Technik oft mit Vorurteilen von Betreibern und Nutzern belegt ist. Beim Nachdenken über die akustischen Bedürfnisse Schwerhöriger, die physikalischen Grundlagen induktiver Systeme und durch Einsatz moderner Technik ist es nicht nur gelungen, das Übertragungsverhalten deutlich zu verbessern und das informationstragende Magnetfeld eng räumlich zu begrenzen. Es erschließen sich auch eine Vielzahl neuer Einsatzmöglichkeiten im öffentlichen und privaten Raum. Und nicht zuletzt hat die internationale Normung eine klare Schnittstelle und Planungssicherheit geschaffen. Im Vortrag werden die Möglichkeiten und Grenzen induktiver Höranlagen herausgearbeitet. Die physikalischen, technischen und psychologischen Regeln für Entwurf und Ausführung neuer Anlagen werden beleuchtet und anhand von ausgeführten Beispielen dargestellt.

Mittwoch, 16.03.2005

Plenarvorträge Mittwoch

Mi. 8:30 Audimax

Plenarvortrag Kropp

Reifen-Fahrbahnlärm, Modellieren als ein Weg zum Verständnis Wolfgang Kropp *Chalmers University of Technology*

Reifen Fahrbahnlärm ist ein faszinierendes Forschungsgebiet, das sich über weite Teile der Akustik erstreckt. Körperschalleigenschaften des Reifens, Mechanik des Kontaktes, Strömungsakustik für die Vorgänge im Kontakt, Abstrahlung vom schwingenden Reifen und Materialeigenschaften der Straßenoberfläche und des Reifens sind typisch Forschungsgebiete mit denen man sich beschäftigen muss, um die Entstehung des Reifen-Fahrbahnlärms zu verstehen. Auch wenn in diesen Gebieten bereits seit mehr als 30 Jahre Forschung betrieben wird, so gibt es doch immer noch eine Anzahl unbeantworteter Fragen. Verschiedene Geräuscentstehungsmechanismen sind verantwortliche für den Beitrag von Reifen-Fahrbahnlärm in verschiedenen Frequenzbereichen. Eine endgültige quantitative Vorhersage bezüglich der verschiedenen Beiträge steht immer noch aus. Modelle für die Vorhersage des Reifen-Fahrbahnlärms sind dabei hilfreich, um den Beitrag dieser Mechanismen bestimmen zu können. Die Arbeit mit der Modellierung ist aber auch ein Weg zum besseren Verständnis der Lärmentstehungsmechanismen. Gerade das Verständnis der Mechanismen ist jedoch eine Voraussetzung für eine systematische Minderung des Reifen-Fahrbahnlärms.

Der Vortrag hat als Ziel einen Überblick über die verschiedenen Lärmentstehungsmechanismen und deren Modellierung zu geben und dabei dem Zuhörer einen Einblick und ein Verständnis in den heutigen Wissensstand des Forschungsgebietes zu geben.

Räume für Musik, raumakustische Zielsetzung und Planung
Gerhard Müller Technische Universität München und Müller-BBM GmbH, Planegg

Seit jeher besteht eine enge Wechselwirkung zwischen Raumakustik, Musikentwicklung und Zeitgeist. Aus dieser Wechselwirkung heraus kann die Frage nach einer nachhaltig optimalen Raumakustik für Musikräume nie eindeutig beantwortet werden. Damit ergibt sich der Zwang, zu Beginn des Planungsprozesses Ziele zu formulieren, die es mit den Ingenieurmethoden der Raumakustik baulich umzusetzen gilt.

Diese Ziele unterliegen einem laufenden Wandel. Neue Raumformen, neue Instrumente und neue Hörgewohnheiten bringen neben eindeutigen "zeitlosen" Zielen neue oder veränderte Ziele hervor. Die Spannbreite dieser Ziele kann exemplarisch anhand von bestehenden Objekten und Um- und Neubauten von Musikräumen erläutert werden. Dabei wird diskutiert, inwieweit die von den - dem ganzheitlichen Eindruck unterliegenden - Künstlern und Zuhörern formulierten "weichen" subjektiven Kriterien, wie z. B. Kontakt zwischen den Musikern, Ortbarkeit von Instrumentengruppen, Balance zwischen Bässen und Höhen, in die für die Planung erforderlichen "harten" objektiven Einzahlwerte oder Funktionsverläufe übertragen werden können. "Klassische" Grundlage hierfür ist die Anwendung der Raumimpulsantworten. Anhand von Neuplanungen und Umbauten wird die Planungsaufgabe erläutert, die sich - je nach Raum und Aufgabe - für ingenieurgerechte Planungssicherheit verschiedensten Hilfsmitteln bedient. Die Methodik reicht von der messtechnischen Bestandsaufnahme über statistische Ansätze, gestützt durch geometrische Betrachtungen hinsichtlich der Erstreflexionen, der rechnergestützten Simulation von Raumimpulsantworten auf Grundlage von Strahlenverfolgungsprogrammen, mit oder ohne Auralisation bis hin zu messtechnischen Untersuchungen an maßstäblichen Modellen. Sowohl die Anwendung rein statistischer als auch diskretisierender Verfahren wird angesprochen. Berechnungen müssen während der Planung durch rechnerische oder experimentelle Detailbetrachtungen an einzelnen Elementen ergänzt werden.

Die Bandbreite der Maßnahmen zur Lösung raumakustischer Zielsetzungen, wie z. B. die Möglichkeiten zur variablen natürlichen Raumakustik und die Unterstützung durch Elektroakustik wird erläutert.

Fachvorträge Mittwoch

Mi. 10:20 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Grenzen und Möglichkeiten der Anwendung des Intensitätsverfahren in der Praxis

Elmar Schröder

Müller-BBM GmbH

In den vergangenen drei Jahren wurden drei Normen veröffentlicht, in denen erstmalig Verfahren zur Anwendung der Intensitätsmesstechnik für bauakustische Messungen standardisiert sind. Die Normen decken sowohl Messungen in Prüfständen als auch am Bau ab. An ausgewählten Beispielen wird über die Anwendung des Intensitätsverfahren im Prüfstand und am Bau berichtet: Im Prüfstand wurde die Schalldämmung von Folien mit dem Hallraum-Hallraum-Verfahren und dem Intensitätsverfahren ermittelt und wesentliche Unterschiede festgestellt, deren Ursache erläutert und die Stärke des Intensitätsverfahren für diesen Fall aufgezeigt wird. Anhand von Messungen der Schalldämmung von dünnen Blechen wird beispielhaft für alle biegeweichen Bauteile die Bedeutung der richtigen Wahl der Messfläche erläutert. Am Bau wurde eine Vielzahl an Türen untersucht. Diese Messungen werden problematisch, wenn große Undichtigkeiten auftreten, da dann die Gewichtung der erhöht schallabstrahlenden Funktionsfugen gegenüber dem verhältnismäßig wenig abstrahlenden Türblatt schwierig wird. Alle Beispiele sollen den theoretischen Hintergrund beleuchten, um Grenzen und Möglichkeiten der Anwendung des Intensitätsverfahren in der Praxis aufzuzeigen.

Mi. 10:45 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Prüfstand zur Bestimmung von Installationsgeräuschen im Holz-Fertigbau

Werner Scholl

Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig

Es gibt derzeit kein genormtes Labormessverfahren zur Bestimmung von Geräuschen von Wasserinstallationen in Gebäuden. Die nachträgliche Kontrolle im ausgeführten Gebäude nutzt wenig. Lösungsansätze gibt es bisher in zwei neuen Normungsvorhaben, dem Labormessverfahren für Geräusche von Abwassersystemen (praktisch abgeschlossen) und von Whirlpool-Bädern

(in Bearbeitung). Diese Verfahren berücksichtigen wegen der Kompliziertheit der Materie allerdings nur den Anwendungsbereich massiver und schwerer Bauteile. In der PTB wurde im vergangenen Jahr gemeinsam mit dem Bundesverband Deutscher Fertigbau (BDF e.V.) ein 'Musterhaus' in Holztafelbauweise errichtet, das aus zwei Etagen mit je einem Bade- und einem Wohnzimmer besteht. Die Wohnzimmer entsprechen in etwa den Abmessungen üblicher bauakustischer Prüfstände, die Badezimmer üblichen Abmessungen am Bau. In der Absicht, hieraus einen Norm-Prüfstand für Wasserinstallationen unter Leichtbaubedingungen zu entwickeln, wurden sämtliche für die Schallübertragung charakteristischen Größen ermittelt, wie Übertragungsfunktionen, Körperschalleingangsimpedanzen und alle Lust- und Trittschalldämmwerte. Über die Ergebnisse wird berichtet.

Mi. 11:10 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Neues Laborverfahren zur Ermittlung der Körperschall-Leistung von Komponenten der Sanitärinstallation

Moritz Späh, Heinz-Martin Fischer, Barry Gibbs

Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

Komponenten der Sanitärinstallation können neben dem direkt abgestrahlten Luftschall auch Körperschall in die Gebäudestruktur einleiten. Die dadurch verursachten Schallpegel in angrenzenden (fremden) Räumen sind in der Regel deutlich größer als die durch Luftschallübertragung erzeugten. Die Normenreihe EN 12354 liefert in ihrem Teil 5 (z.Zt. Entwurf) ein Berechnungsmodell, das die durch Körperschallübertragung erzeugten Luftschallpegel in angrenzenden Räumen prognostiziert. Als Eingangsgröße des Modells wird die Körperschall-Leistung der betrachteten Installation benötigt. Zur Charakterisierung von Installationen als Körperschallquelle wird ein einfaches Laborverfahren vorgestellt, bei dem durch Messung an bis zu 3 Empfangsplatten die Körperschall-Leistung von Installationen unter massivbauspezifischen Bedingungen bestimmt werden kann. Diese Daten können in Eingangswerte für das Prognoseverfahren aus EN 12354-5 umgerechnet werden. Damit wird erstmals im Rahmen eines genormten Berechnungsverfahrens die Prognose von Schallpegeln im Bau, die von Körperschallquellen verursacht werden, möglich. Beispielhaft werden Messungen an einem Whirlpool sowie an einem WC-Spülkasten gezeigt und der Vergleich zwischen prognostizierten und gemessenen Schallpegeln in einer bauähnlichen Gebäudesituation vorgestellt.

Mi. 11:35 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Bestimmung der Wasserschalleistung von Armaturen mit Hilfe der IntensitätsmeßtechnikThomas Alber, Heinz-Martin Fischer, Barry Gibbs*Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik*

Momentan werden Armaturen der Wasserinstallation auf Basis der Norm ISO 3822 hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften geprüft. Die Norm stützt sich auf die Anwendung des Vergleichsschallquellenverfahrens, wobei als Vergleichsschallquelle eine sogenannte Installationsgeräusch-Normal (IGN) eingesetzt wird. Während der DAGA 2004 wurde gezeigt, dass die physikalischen Annahmen zur Anwendung dieses Verfahrens unvermeidlich zu Einschränkungen hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen verschiedenen Prüfständen führen kann und die Messgröße Lap in vielen Fällen keine ausreichende Beschreibung der akustischen Eigenschaften der Armaturen liefert.

Aufgrund der beschriebenen Probleme soll im Rahmen eines Forschungsprojektes der Fachhochschule Stuttgart in Kooperation mit der University of Liverpool die Schallerzeugung von Armaturen untersucht werden und letztlich die Bestimmung der Körper- und Wasserschallemmission in Form einer Leistungsgröße ermöglicht werden. Zur Bestimmung der Wasserschallemmission wird dabei auf die Messung der Intensität zurückgegriffen. Der Vortrag beschreibt die Untersuchungen zur Bestimmung der Fluidschalleistung von Armaturen mit Hilfe der Intensitätsmesstechnik. Dabei werden verschiedene Prüfaufbauten und Messtechniken eingesetzt sowie deren Grundlagen diskutiert. Das Messverfahren kann für diverse Schallquellen, welche Schallenergie in flüssigkeitsgefüllte Rohre einleiten, angewendet werden.

Mi. 12:00 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Nutzergeräusche im Spannungsfeld zwischen Störpotential und NormungRoland Kurz, Frank Schnelle*Kurz u. Fischer GmbH*

Beschwerden über einen unzureichenden Schallschutz in Wohngebäuden betreffen häufig sogenannte Nutzergeräusche. Neben

den Beispielen aus dem Sanitärbereich, welche in DIN 4109 aufgeführt sind, treten in Gebäuden eine Vielzahl weiterer Nutzergeräusche, z. B. Schließvorgänge von Türen, Betätigung von Rolläden, Briefkastenanlagen, auf. Maximale Schalldruckpegel in der Größenordnung von $L_{AF,max} = 40 - 60 \text{ dB(A)}$ sind bei den o. g. Geräuschen keine Seltenheit. Ein wesentliches Merkmal dieser Geräusche ist, dass ein großer Einfluss durch die Art der Betätigung vorliegt. In der baurechtlich gültigen DIN 4109 sind die Nutzergeräusche ausdrücklich von den Anforderungen ausgenommen. Diese normative Festlegung stößt in den meisten Beschwerdefällen auf völliges Unverständnis der Bewohner. In weiteren Normen und Richtlinien (Beiblatt 2 zu DIN 4109, VDI 4100, Entwurf DIN 4109-10) finden sich ebenfalls nur allgemeine Angaben zu Nutzergeräuschen.

In der gutachterlichen Praxis liegt ein weiteres Problem in der Durchführung von Messungen der Nutzergeräusche. Bei einer "Nachahmung" von Nutzertätigkeiten bestehen Schwierigkeiten in der Reproduzierbarkeit der Messungen. Ein Ausweg liegt in der Anwendung von Ersatzschallquellen, ähnlich wie bei Messungen der Trittschalldämmung mit dem Norm-Hammerwerk. Messergebnisse von "nachgeahmten" Nutzergeräuschen werden im Vergleich mit Messungen bei Anregung durch ein Kleinhammerwerk vorgestellt.

Mi. 13:30 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Anwendung der Laser-Vibrometrie in der Bauakustik

Hartmut Schröder, Ivo Haltenorth

Körperschallmessungen haben sich in der Bauakustik etabliert. So gehören im Prüflabor Bestimmungen des Verlustfaktors von Bauteilen, des Stoßstellen-Dämm-Maßes oder überschlägige Messungen des mittleren Schnellepegels zum täglichen Geschäft. Selten sind aber Modalanalysen oder Untersuchungen zum Schwingungsverhalten ganzer Bauteile anzutreffen. Hier eröffnet ein Scanning-Vibrometer - welches die zweidimensionale Verteilung von Schwingungsgeschwindigkeiten auf der Basis der Laserinterferometrie misst - neue Möglichkeiten, auch große Prüfobjekte mit einem vertretbaren Zeitaufwand feinmaschig abzutasten, digital zu erfassen und deren Schwingungsverhalten zu visualisieren.

Die Messtechnik wurde im Fraunhofer-Institut für Bauphysik an ein- und mehrschaligen, an leichten und massiven Bauteilen erprobt. Der Beitrag schildert eine Reihe von Anwendungsfällen. Im tieffrequenten Bereich können Eigenmoden der Bauteile das Schalldämm-Maß beeinflussen. Mit der Laser-Vibrometrie lässt sich die genaue Eigenschwingungsform des Bauteils darstellen und der Einfluss unterschiedlicher Randbedingungen untersuchen.

Elementierte Bauteile, die aus einzelnen Platten zusammengesetzt sind, z. B. moderne Glasfassaden oder gerasterte Unterdecken, verhalten sich in Ihrer Schalldämmung anders als entsprechende monolithische Bauteile. Hierzu werden Untersuchungen zur Formatabhängigkeit des Schalldämm-Maßes unter Berücksichtigung des Abstrahlgrades vorgestellt.

Mit mehrschaligen Bauteilen sind bei mittleren und hohen Frequenzen prinzipiell hohe Schalldämm-Maße zu erzielen, wobei konstruktiv vorgegebene Befestigungen zwischen den Schalen einen begrenzenden Faktor für das tatsächliche Schalldämm-Maß darstellen. Punkt- oder linienförmige Verbindungen wirken quasi wie Schallbrücken. Mit Hilfe des Laser-Vibrometers können diese lokalisiert und ihr Einfluss auf die Schalldämmung quantifiziert werden.

Mi. 13:55 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Messtechnische Erkenntnisse zur Schalldämmung biege-steifer Bauteile

Andreas Meier, Andreas Piening
Müller-BBM

Viele Baumaterialien verhalten sich in Abhängigkeit der Masse schalltechnisch nahezu gleichwertig. Dies erleichtert die Abschätzung der Schalldämmung. Die flächenbezogene Masse ist somit der wichtigste Parameter für die Planung der Schalldämmung. Eine weitere Einflussgröße ist die genaue Lage der Grenzfrequenz bei gleicher Masse. Es gibt Materialien, wie z.B. Porenbeton, die im Vergleich zu üblichen Baustoffen günstigere schalltechnische Eigenschaften aufweisen. Manche Baustoffe weisen auch weniger günstige Eigenschaften auf. Der Beitrag zeigt anhand von Messergebnissen u.a. an einer vergleichsweise schweren Ziegelwand, dass neben der Masse und des Verlustfaktors auch die elastischen Parameter des Baumaterials eine wichtige

Auswirkung auf die Schalldämmung des Bauteils nehmen. Diese Auswirkungen werden anhand verschiedener Baustoffe dargestellt.

Mi. 14:20 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Stand und Entwicklung internationaler Normen in der bauakustischen Messtechnik

Alfred Schmitz

TAC - Technische Akustik

In den letzten Jahren sind international eine Vielzahl bauakustischer Normen und Regelwerke erarbeitet worden. Wenngleich bereits wichtige Normungsprojekte abgeschlossen sind, werden derzeit weitere Verfahren zur Messung von schalltechnischen Bauteileigenschaften im Labor und am Bau erarbeitet. Hierzu zählen ebenso Messnormen zur Ermittlung des Luftschall-Verbesserungsmaßes von Vorsatzschalen und die Messung von Regengeräuschen von Dächern, wie die Messnormen zur Quantifizierung von Gehgeräuschen auf harten Fußbodenbelägen.

Ferner wird u.a. die bereits bestehende Normenreihe DIN EN ISO 140 neu strukturiert und teilweise revidiert.

Im Rahmen des Vortrages wird eine Übersicht zum aktuellen Stand der Normung, deren zukünftige Entwicklungen sowie deren Auswirkungen auf die Messtechnik in Deutschland gegeben.

Mi. 14:45 HS 0601

Messtechnik in der Bauakustik

Kurzmessverfahren in der Bauakustik Genauigkeit von abgekürzten Messverfahren und Kurzmessverfahren

Wolfgang Sorge

Wolfgang Sorge Ingenieurbüro für Bauphysik GmbH

Kurzmessverfahren in der Bauphysik - Genauigkeit von abgekürzten Messverfahren und Kurzmessverfahren

Kurzmessverfahren zur Bestimmung von Luft- und Trittschalldämmungen werden in Deutschland kaum angewendet, da im Vergleich zu anderen Ländern nur eine geringe Zahl von Baukonstruktionen messtechnisch überprüft wird. Die zur Prüfung der Ausführungsqualität von Bauteilen vorgeschriebenen Güteprüfungen nach DIN EN ISO 140 sind aufwändig und viele Güteprüfstellen verkürzen diese Verfahren, um Messungen kostengünstiger anbieten zu können. Diese Vorgehensweise reduziert in unzulässiger Weise die Qualität von Güteprüfungen.

Da abgekürzte Messverfahren und Kurzmessverfahren Berechtigung haben, soll ein Erfahrungsbericht über den Vergleich der Ergebnisse von abgekürzten Messverfahren, dem Kurzmessverfahren nach E DIN EN ISO 10052 und Güteprüfungen nach DIN EN ISO 140 gegeben werden.

Bei den abgekürzten Messverfahren wird mit Terzanalysen gearbeitet, so dass eine genauere Information über die frequenzabhängige Schalldämmung gewonnen wird als dies bei dem europäischen, mit Oktavanalysen arbeitenden europäischen Kurzmessverfahren der Fall ist.

In dem Vergleich der Messtoleranzen wird der Ermittlung der äquivalenten Absorptionsflächen in den Empfangsräumen durch das Vergleichsschallquellenverfahren (mit einer Schallleistungsquelle) und das Tabellenverfahren nach E DIN EN ISO 10052 besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Die Integrationszeiten zur Ermittlung der Messwerte werden bezüglich der Eingrenzung der Messgenauigkeit genauso untersucht wie die Zahl der Lautsprecher- bzw. Hammerwerkspositionen.

Die Notwendigkeit, Messtoleranzen einzugrenzen, wird aus der Sicht der baupraktischen Erfahrungen diskutiert und an Beispielen erläutert. Eine Kalkulation des Aufwandes und der Kosten für die verschiedenen Messverfahren werden ergänzt.

Mit den durch Kurzmessverfahren erzielbaren Kosteneinsparungen wird erwartet, dass in größerem Umfang von baubegleitenden Qualitätskontrollen in der Bauakustik Gebrauch gemacht wird und dadurch die Ausführungsqualitäten der Maßnahmen für Schallschutz gesteigert werden können.

Mi. 10:20 HS 0602

Physiologische Akustik

Ion channels in cochlear hair cells

Jutta Engel

Universität Tübingen

This talk tries to summarize recent knowledge about ion channels in mammalian hair cells. The transduction channel at the stereocilia is present in both inner (IHC) and outer hair cells (OHCs) and there is growing evidence that TRPA1 is part of the channel complex, although the functioning of the channel at high frequencies remains obscure.

Inner hair cells (IHC) essentially transform mechanical deflection of their stereocilia into graded receptor potentials and graded release of glutamate onto afferent nerve fibres. The channel responsible for presynaptic Ca^{2+} influx and exocytosis is the Cav1.3 voltage-activated Ca^{2+} channel that is characterized by very low voltage of activation (-65 mV), very rapid activation and deactivation kinetics and lack of inactivation. Thus the channel conducts some Ca^{2+} even at the hearing threshold, responds very rapidly to voltage changes, and does so under sustained stimulation. Repolarization of the receptor potential is brought about by a fast Ca^{2+} -activated K^{+} (BK) channel and a slower K^{+} channel of the delayed rectifier type.

OHCs feed energy into the cochlear partition by voltage-dependent length changes of the motor protein prestin. The membrane potential is determined by the KCNQ4 K^{+} channel and can be shifted in the negative direction by efferent fibres innervating the OHCs. Efferent terminals release acetylcholine, activate $\alpha 9/\alpha 10$ acetylcholine receptors with high Ca^{2+} permeability and in turn activate Ca^{2+} -activated K^{+} (SK) channels which hyperpolarize the OHCs. BK and Cav1.3 channels are also present in OHCs, but their function is currently not known.

Mi. 10:45 HS 0602

Physiologische Akustik

Functional Recovery of Hearing after Inner Ear Trauma

Jean Smolders

J.W.Goethe-Universität, Inst. für Sinnes- und Neurophysiologie

The inner ear is one of the most sensitive sensory organs. Unfortunately it is also most sensitive to a variety of traumata. Inner ear damage can result from sound-overexposure, ototoxic drugs, infective, genetic and autoimmune diseases, and is an epiphenomenon of aging. Loss of the auditory receptor cells, the hair cells, is irreversible in mammals, including man, and leads to permanent hearing loss. Hair cell loss is followed by degeneration of neural synapses and neural processes. The conservation and restitution of hearing involves first of all protection against the trauma and its consequences, i.e. protection from sound overexposure, protection against the excitotoxic effects of transmitter release, or against the ototoxic side effects of drugs. Antioxidants, neurotrophic substances and inhibitors of apoptosis can protect from or reduce damage and subsequent degeneration processes. In non-mammalian vertebrates spontaneous replacement of

lost hair cells occurs. The regenerated hair cells become functional and are reinnervated within weeks after trauma. This process of regeneration leads to nearly complete functional restoration of hearing. Understanding of the underlying mechanisms may open possibilities for inducing hair cell regeneration and concomitant reinnervation and functional recovery in mammals. Functional recovery can to a certain extent also occur by repair of damaged but surviving hair cells and neural elements regenerating the destroyed synaptic contacts to the hair cells. Central plasticity in the auditory system may provide a basis for functional compensation of peripheral auditory deficits. Finally inner ear prostheses can be used to stimulate surviving nerve fibres after hair cell loss.
(Presented in English)

Mi. 11:10 HS 0602

Physiologische Akustik

Diversity of the hyperpolarization-activated current (I_h) in auditory brainstem neurons

Ursula Koch

Biozentrum der LMU München -Biologie Department II

The integrative properties of neurons are largely determined by their composition of ion channels. Many neurons in the auditory brainstem generate a large hyperpolarization-activated current (I_h) which causes a depolarisation around the resting membrane potential. Four different isoforms of the channel underlying I_h have been cloned (HCN1-HCN4). The current generated by HCN1 channels activates several-times faster and at more depolarized voltages compared to the current generated by HCN2 channels. Moreover, HCN2 channel properties are more sensitive to the intracellular concentration of cAMP and thus to the action of neuromodulators. Immuno-labelling experiments revealed a differential distribution HCN1 and HCN2 channel types in the auditory brainstem. HCN1 channels are strongly expressed on the soma and dendrites of octopus neurons of the cochlear nucleus, principal cells of the medial and lateral superior olive and neurons of the ventral lateral lemniscus. All these neurons integrate inhibitory and excitatory inputs on an extremely rapid time scale. In contrast, HCN2 channels were most abundant in the medial nucleus of the trapezoid body and the dorsal nucleus of the lateral lemniscus. Differential physiological properties of I_h in various auditory brainstem neurons were confirmed by whole-cell patch-clamp recordings. Pharmacological blockade suggests that I_h accelerates the membrane time constant and increases the electrotonic

distance thereby shortening the temporal and spatial window for the integration of excitatory and inhibitory inputs. The importance of diverse Ih properties for the integrative properties of auditory brainstem neurons is to be discussed.

Mi. 11:35 HS 0602

Physiologische Akustik

Evolution of Temporal Coding

Catherine Carr

sabbatical address: Lehrstuhl für Zoologie, Techn. Univ. München

Precise temporal coding is a hallmark of the auditory system. Comparative studies of auditory coding point to shared computational strategies in archosaurs and mammals, and suggest how selection acts to improve coding.

Circuits that detect ITD are composed of delay lines and coincidence detectors. In birds, the coincidence detectors are organized into a map of ITD in the nucleus laminaris (NL). Crocodilians are a sister group to the birds, and our studies of their auditory brainstem reveal similar principles of organization to birds. In vitro whole cell patch recordings from the cochlear nucleus magnocellularis (NM) of embryonic alligators revealed one or two well timed spikes in response to a depolarizing current injection, while coincident stimulation of the inputs to the dorsal and ventral dendritic layers of NL increased the probability of action potential generation in NL neurons, showing that they act as coincidence detectors. A biophysically detailed model of avian coincidence detectors provided with alligator parameters was sufficient to encode ITD. In vivo recordings from alligators revealed binaural NL neurons that phase-locked to both monaural and binaural stimuli. The arrival time of phase-locked spikes in these neurons generally differed between the ipsilateral and contralateral inputs. When this disparity was nullified by their best ITD, the neurons responded maximally. Thus crocodilians NL neurons act as coincidence detectors, and both crocodilians and birds employ similar algorithms for ITD detection. Many of these features of ITD coding circuits are also shared with mammals, despite evidence for parallel evolution of their auditory systems.

Mi. 12:00 HS 0602

Physiologische Akustik

A neuronal correlate of comodulation masking release in the auditory cortex of the gerbilElisabeth Foeller*Universität Frankfurt, Zoologisches Institut*

The extraction of auditory signals from background noise is essential for humans and animals. The auditory system can considerably improve signal detection when the background noise has a fluctuating amplitude that is typical for environmental sounds. This perceptual effect has been termed comodulation masking release (CMR). Here I report the results of the first study to combine psychophysical tests with a quantitative analysis of single neuron recordings in the mammalian primary auditory cortex in the same species, the Mongolian gerbil. In the behavioural experiment, gerbils demonstrate considerable CMR (Foeller E, Wagner E, Maier J, Kössl M and Klump GM, submitted). Using identical stimuli to the behavioral experiments, I determined neural detection thresholds for 200-ms test tones presented in background-noise maskers of different bandwidth (50-3200 Hz) that were either unmodulated or amplitude modulated by a low-passed (50 Hz) noise. Using a statistical criterion, the detection threshold for the test tone was determined. In the majority of the neurons, threshold was reached at lower signal levels for the comodulated than for the unmodulated maskers, indicating CMR. Although on average the CMR in neural responses is smaller than that measured in the gerbils' behaviour, a large fraction of neurons show an amount of CMR that matches the behavioural performance. Studying CMR using a combined behavioral and neurophysiological approach will increase our understanding of the perceptual mechanisms that are useful for the analysis of auditory scenes.

Mi. 10:20 HS 0606

Music Processing

Inhaltsbasierte Suche in digitalen MusikbibliothekenMichael Clausen, Frank Kurth, Tido Röder*Universität Bonn*

Die inhaltliche Suche in multimedialen Daten gewinnt neben klassischen, an Metadaten orientierten Suchmechanismen innerhalb des Information Retrieval immer stärker an Bedeutung. In diesem Vortrag stellen wir einen einheitlichen Zugang zur effizienten und fehlertoleranten inhaltsbasierten Multimediasuche vor.

Ausgehend von der intuitiven Problemstellung der Melodieerkennung entwickeln wir geeignete Datenmodelle, Trefferbegriffe und effiziente Retrievalalgorithmen zur inhaltlichen Suche in großen Datenbeständen polyphoner Musik. Wir zeigen, wie sich dieser Ansatz durch eine geeignete Kombination von Techniken des klassischen Volltextretrievals mit Methoden der Computeralgebra verallgemeinern läßt und betrachten als weitere Anwendung aus dem Musikbereich die robuste Audioidentifikation.

Mi. 10:45 HS 0606

Music Processing

Verfahren der Signalverarbeitung für Query-by-Humming-Systeme

Jan-Mark Batke

Technische Universität Berlin

Ein Query-by-humming (QBH) System ermöglicht es, durch Vorsummen einer Melodie eine Datenbanksuche zu initiieren. Für umfangreiche Archive, aber auch für den wachsenden Musikmarkt im Internet stellen QBH-Systeme daher eine geeignete Suchhilfe dar, weil sich Melodien durch einen musikalischen Vortrag besser beschreiben lassen als nur durch Text.

Im Vortrag wird die Funktionsweise von QBH-Systemen kurz dargestellt. Signalverarbeitungsverfahren wie die Grundfrequenzanalyse von Gesangs- und Musiksignalen und die anschließende Transkription in eine symbolische Musikrepräsentation werden erläutert.

Mi. 11:10 HS 0606

Music Processing

Automatisierte Synchronisation von PCM- und Partiturdaten

Meinard Müller, Frank Kurth, Tido Röder, Michael Clausen

Universität Bonn

Moderne digitale Musikbibliotheken enthalten multimediale Dokumente in zahlreichen Ausprägungen und Formaten, die ein Musikwerk auf verschiedenen Ebenen semantischer Ausdruckskraft beschreiben. Man denke hier beispielsweise an CD-Aufnahmen diverser Interpreten, notenbasierte Partiturdaten oder MIDI-Daten. Die Inhomogenität und Komplexität solcher Daten führen zu großen, weitgehend noch ungelösten Problemen bei der automatischen Datenerschließung, etwa für Anwendungen wie der inhaltsbasierten Suche und Navigation. In diesem

Kontext spielt die sogenannte Musiksynchronisation eine wichtige Rolle, bei der es um die automatische Verlinkung von Daten unterschiedlicher Formate geht.

In diesem Beitrag studieren wir das Szenario, in dem ein Musikstück sowohl als CD-Aufnahme (kodiert im PCM-Format) als auch in einem symbolischen Notenformat (Partitur) vorliegt. Unter einer PCM-Partitur-Synchronisation verstehen wir dann ein Verfahren, das zu einer bestimmten Position im PCM-Datensatz die entsprechende Stelle in der Partitur bestimmen kann. In unserem Verfahren extrahieren wir vor der eigentlichen Synchronisation unter Verwendung fortgeschrittener Filtertechniken eine geeignete Menge an Notenereignissen (Kandidaten für Einsatzzeiten und Tonhöhen) aus der

PCM-Darstellung, um so die PCM-Daten mit partiturähnlichen Daten überhaupt erst vergleichbar zu machen. Auch die Partiturdaten werden geeignet aufgearbeitet und kodiert. Auf den so vorverarbeiteten Daten werden nun mit Hilfe geeigneter Kostenfunktionen und unter Verwendung dynamischer Programmierung kostenoptimale zeitliche Verlinkungen (Matchings) berechnet. Unser Verfahren wurde in MATLAB implementiert und anhand zahlreicher Beispiele polyphoner Klaviermusik unterschiedlicher Komplexität getestet. Für diese eingeschränkte Musikkategorie können wir, wie eine Sonifizierung der Resultate zeigt, sehr gute Synchronisationsergebnisse hoher Auflösung erzielen.

Mi. 11:35 HS 0606

Music Processing

Matching Monophonic Audio Clips to Polyphonic Recordings

Björn Schuller, Gerhard Rigoll, Manfred Lang

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München

Durch stetig zunehmende Speicherkapazitäten auf immer geringerem Raum und aktuelle Kompressionsverfahren bedingte wachsende Musikarchive mit einer zunehmend breiteren Benutzergruppe erfordern neue Such- und Bedienmethoden. Unter diesen erscheint besonders eine Suche über die Melodie in vielen Situationen sehr komfortabel und intuitiv, wenngleich auch herausfordernd. Ihr volles Potential wird dabei ausgespielt, wenn ein Vergleich eines beispielsweise gesungenen Suchclips mit polyphonen Stücken in Ihrer gesamten Länge möglich ist, wie etwa auf Audio-CDs oder in MP3-Datenbanken. In diesem Beitrag stellen wir zur Bewältigung dieser Aufgabe Hidden-Markov-Modelle als Grundlage der Klassifikation vor. Des Weiteren wird ein Satz

geeigneter Merkmale evaluiert. Die Basis der Analyse bilden dabei unter Anderem die harmonische Summe herausragender Partialtöne, Grundfrequenz, Signalenergie, MFCC- und LPCC-Koeffizienten. Im weiteren Verlauf beschäftigen wir uns mit einer geeigneten Vorverarbeitung, die der musikalischen Charakteristik der betrachteten Signalströme gerecht wird. Im Besonderen wird dabei auf den stereophonen Aspekt und die zeitliche Entwicklung eingegangen. Unter Berücksichtigung des geringen Trainingsmaterials für die Modelle, namentlich einzig das originale, gesuchte Stück, beschäftigen wir uns ebenso mit der Extraktion dominanter Repetitionen. Ziel ist es, mehrere solche Abschnitte multiplen Instanzen zur Modellierung eines Stücks als Lernbeispiele anzubieten. Ein funktionsfähiger Prototyp wird abschließend hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit evaluiert. Als Datenbank werden dabei die Stücke der MTV Most Wanted der Jahre 1980-2000 verwendet. Die Suchclips wurden in diesem Rahmen von mehreren Versuchspersonen eingesungen, und ein Vergleich zur Erkennungsleistung des Menschen wird vollzogen.

Mi. 12:00 HS 0606

Music Processing

'Spatial Audio Coding' - Status and Recent Advances in Parametric Multi-channel Audio Coding

Sascha Disch, Jürgen Herre

Fraunhofer IIS

Perceptual Audio Coding has evolved from basic research into a successful technology in the marketplace during the recent 20 years. More recently, the traditional perceptual audio coder has increasingly been augmented by parametric or semi-parametric coding methods, such as Perceptual Noise Substitution (PNS) and Spectral Band Replication (SBR) to boost coding performance at low bitrates.

The latest additions further along this line employ parametric coding methods for the representation of the perceived spatial sound image of stereo / multi-channel audio material. In practice, this means that multi-channel sound is represented using one or more base audio channels plus a small set of perceptual parameters characterizing the most salient aspects related to the human perception of the sound stage.

Relying on this paradigm, new approaches like Parametric Stereo (PS) and Binaural Cue coding (BCC) are used to provide stereo/multi-channel audio at extremely low bitrates which enable

new applications, such as music download by wireless channels and surround sound Internet radio.

The presentation provides an overview of the current status of development and standardization of these topics.

Mi. 10:20 HS 0670

Körperschall

Der Einsatz von (in-)direkten Messverfahren und Berechnungen zur Charakterisierung und Quantifizierung von Körperschallquellen im Design-Prozess von Schienenfahrzeugen

Karl-Richard Fehse, Torsten Kohrs

Bombardier Transportation

Es werden einfache Verfahren zur Charakterisierung der Quelle im Zusammenhang mit strukturdynamischen Eigenschaften diskutiert. Dazu wird die Körperschall-Transmission in Abhängigkeit von Quell-, Prüfstands- und Empfangsstruktur an Hand von Berechnungs- und Messbeispielen für einzelne Konstruktionsphasen dargestellt. Neben der Einsatzbeschreibung und -optimierung wird die konzeptionelle Nutzung dieser Methoden zur Geräuschreduktion erläutert.

Mi. 10:45 HS 0670

Körperschall

Körperschall-Reduktion in periodischen Mikrostruktur-Kompositen

Wolfgang Weith, Björn Petersson

Institut für Technische Akustik

Periodische Strukturen (wie z.B. Rippendecken, Eisenbahnschienen mit Schwellen oder Platten-Spanten-Verbände in Flugzeugen oder Schiffen, usw.) weisen Frequenzbereiche auf, in denen die Wellenausbreitung ungedämpft erfolgt (Durchlassbereiche). Daneben gibt es sogenannte Sperrbereiche, in denen die Ausbreitung Nahfeldcharakter hat, d.h. exponentiell abnimmt. Hierzu sind bereits zahlreiche Untersuchungen durchgeführt worden. In dieser Arbeit werden die vibro-akustischen Eigenschaften eines Materials untersucht, in welches mehrere resonante Systeme eingebettet sind, die periodisch verteilt sind. In Berechnungen mit der Ersatzquellenmethode nach Heckl können unterschiedliche Effekte aufgezeigt werden.

Unter Verwendung von gleichmäßig verteilten reinen Massen in der neutralen Faser erscheinen zunächst die bereits erwähnten

Durchlass- und Sperrbereiche. Werden die Massen nun zusätzlich elastisch gelagert, verschwinden die Sperrbereiche und die resonanten Absorptionseigenschaften dominieren. Die Transfer-Admittanz weist hier einen starken Einbruch in den jeweiligen Resonanzen der Masse-Feder-Systeme auf.

Bei einer Verteilung dieser Systeme außerhalb der neutralen Faser erscheinen die Sperrbereiche wieder und überlagern sich nun, je nach Art der Verteilung, mit den Resonanzeffekten.

Die auftretenden Effekte werden im Zusammenhang mit Messungen an einem homogenen Balken, in welchem in Gummi gebettete Stahlzylinder inner- und ausserhalb der neutralen Faser verteilt sind, diskutiert.

Mi. 11:10 HS 0670

Körperschall

Ein alternatives Berechnungsverfahren für die Körperschall-Ausbreitung in Fahrzeugstrukturen

Björn Knöfel, Thomas Dietrich-Radt, Ennes Sarradj

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Die Berechnung der hochfrequenten Körperschall-Ausbreitung ist in vielen Bereichen der Fahrzeugindustrie von großem Interesse. Alternativ zur Statistischen Energieanalyse (SEA) ist ein auf einer Randintegralmethode basierendes Verfahren, die High Frequency Boundary Element Method (HFBEM), auf seine Anwendbarkeit in der Praxis getestet worden. Um einen Vergleich mit dem Schwingungsverhalten realer Strukturen zu erzielen, erfolgte der Aufbau von drei vereinfachten Strukturen verschiedener Fahrzeugbereiche (Bodenblech, Verrippte Platte, Hochflurbereich eines Regionalzuges), an denen vibroakustische Messungen durchgeführt worden sind. Zusätzlich fanden praxisrelevante Veränderungen der Strukturen statt, die die HFBEM mit vorher-sagen soll. Die Bestimmung der Dämpfungsverlustfaktoren der einzelnen Fahrzeugstrukturen ist zum einen mit der Nachhallzeitmethode und zum anderen mit der Power Injection Method (PIM) durchgeführt worden. Für die HFBEM-Berechnung wurde im Weiteren die Bestimmung der Randdämpfung aller Strukturen einbezogen, die über den Abstrahlgrad ermittelt wurde. In einem Vergleich werden die HFBEM-Berechnungen den Messergebnissen und den SEA-Berechnungen gegenübergestellt, wobei der höhere Informationsgehalt der HFBEM in Bezug zur SEA deutlich wird.

Mi. 11:35 HS 0670

Körperschall

Modellbildung und Sensitivitätsanalyse des Schwingungsverhaltens einer Kastenstruktur bei hohen FrequenzenJens Giesler, Björn Knöfel*TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

Das Verfahren der Statistischen Energieanalyse (SEA) ermöglicht die Modellierung des Schallübertragungsverhalten von Strukturen bei hohen Frequenzen.

Untersucht wurde das Schwingungsverhalten einer Box, die aus sechs Aluminiumplatten aufgebaut ist. Die einzelnen Platten sind über Winkelleisten miteinander verschraubt. Somit ergeben sich 'Punkt- Linien-Verbindungen', die die Box zusammenhalten.

Die Struktur der Box wurde in verschiedenen SEA-Modellen nachgebildet. Das erste Modell betrachtet eine Linienverbindung. In einem zweiten und dritten Modell wurden die Verbindungslinien des Kastens als Punkt-Linien-Verbindungen mit 10 cm bzw. 5 cm Schraubenabstand abgebildet. In allen Modellen wurde auch der Einfluß der Dämpfungsverlustfaktoren der Platten untersucht. Für die Sensitivitätsanalyse der Punkt-Linien-Verbindungen wurde eine eigenständige SEA-Routine geschrieben. Die Ergebnisse der SEA-Rechnungen aller Modelle werden mit Meßwerten der Kastenstruktur verglichen, so daß der Einfluß von verschiedenen Faktoren auf die Modellgenauigkeit verdeutlicht und diskutiert werden kann.

Mi. 12:00 HS 0670

Körperschall

Bearing Diagnosis with the Help of Adaptive Filters and Wavelet de-noising TechniquesJoão Guimarães, Jorge Arenas*RWTH Aachen*

At the very early stage of development of damage on bearings, the non-deterministic characteristic of its vibration signal requires alternative approaches in order to isolate and analyse the bearing signal. In one hand, the bearing signal comes from the rolling contact between races and rolling elements and do not present so much pronounced components related to the rolling frequency. On the other hand, additional noise sources on the machine contributes to its total vibration, usually measured on its housing, and consequently contaminating the useful signal. This paper presents the results of the application of Adaptive Filtering and Wavelet-de-noising technique to attempt to extract the

bearing signal out of the whole vibration of the machine. Both experimental and simulated results for two different bearings on a running machine are compared and the results and limitations of the technique are discussed.

Mi. 10:20 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Methoden der Signalverarbeitung für die robuste Spracherkennung

Colin Breithaupt, Rainer Martin

Institut für Kommunikationsakustik

In der automatischen Spracherkennung werden adaptive Geräuschreduktionsfilter zur Reduktion von Geräuschen im akustischen Signal eingesetzt. Dabei hat die Verwendung von Filtern, die auf der Grundlage supergaußscher Statistiken berechnet werden, zu einer leichten aber konsistenten Verbesserung geführt. Das gestörte Sprachsignal soll dabei soweit von der Störung befreit werden, dass sich für das gefilterte Signal wieder ein statistisches Verhalten ergibt, wie es auch in den Trainingsdaten des Spracherkenners beobachtet wird.

Dieser Beitrag gibt zunächst einen Überblick über gängige Verfahren der Geräuschreduktion sowie über neuere Entwicklungen. Dabei wird insbesondere auf supergaußsche Statistiken eingegangen. Desweiteren soll gezeigt werden, dass die heutigen Filteralgorithmen einem 'idealen' Filter in ihrer Leistungsfähigkeit generell sehr nahe kommen. Das ideale Filter definieren wir als einen Filteralgorithmus, der auf genaue Werte für die Störleistung und den Signal-zu-Stör-Abstand zurückgreifen kann. Ideal ist ein solches Filter deshalb, weil diese Werte zur Parametrierung der Algorithmen in realen Anwendungen nur geschätzt werden können. Diese Untersuchung wird nach Sprachlauten getrennt durchgeführt. Die prinzipielle und die heute mögliche Rekonstruierbarkeit der verschiedenen Sprachlaute wird damit verdeutlicht.

Mi. 10:45 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Helfen 'Fallen' bei verrauschten Daten?

Andreas Maier, Christian Hacker, Stefan Steidl, Elmar Nöth

Universität Erlangen-Nürnberg

In dem Beitrag wird die Leistung von TempoRAI Pattern (TRAP) Merkmalen auf klaren und verrauschten Daten untersucht. Ziel

ist es zu zeigen, dass TRAP-Merkmale eine höhere Unabhängigkeit bezüglich der akustischen Gegebenheiten haben. Zu diesem Zweck wird das AIBO Korpus in drei verschiedenen Hall- und Rausch-Stufen herangezogen. Die Daten sind zum einen mit einem Nahbesprechungsmikrofon aufgenommen worden. Zusätzlich ist das Szenario mit einer Videokamera mit Kugelmikrofon aufgezeichnet worden, d.h. es liegt eine weitere Version mit starkem Hall und starken Hintergrundgeräuschen vor. Durch Faltung der Nahbesprechungsdaten mit verschiedenen Impulsantworten konnte noch ein Korpus mit künstlichem Hall erstellt werden. Als Merkmale werden Mel-Frequenz Cepstrum Koeffizienten (MFCC), TRAPs und im Modulationsspektrum gefilterte TRAPs herangezogen. Die Merkmale werden jeweils aus unterschiedlichen Bändern des Spektrums zusammengebaut. Mit jedem Merkmalssatz wird dann jeweils ein Erkenner trainiert. Bei der Evaluierung werden mehrere Erkenner kombiniert, um eine Verbesserung der Erkennungsrate zu erreichen. Dies geschieht entweder durch Kombination der besten Ketten mit ROVER oder durch eine interne Verschmelzung der Worthypothesengraphen im Erkenner. Durch Training auf klaren bzw. künstlich verhallten Daten und Evaluierung auf stark verrauschten Daten kann gezeigt werden, dass TRAP-basierte Merkmale eine höhere Generalisierungsfähigkeit haben. Beim Training auf den künstlich verhallten Daten kann ein relativer Zuwachs der Wortakkuratheit von 41 % erreicht werden.

Mi. 11:10 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Beyond Density Functions: Direct Robust and Discriminative Acoustic Classification with Kernel Functions

Andreas Wendemuth

Otto-von-Guericke Universität

In classical, HMM-based speech recognition, the probability of the production of a segment of acoustic data given a hidden markov state of an linguistic unit (e.g. word, phoneme) is modelled via probability density functions (pdf), mostly mixtures of multinomial Gaussians. This approach has the following deficiencies: 1. what is modelled is the production probability, what is required, however, is the posterior probability of the classification of the acoustic data into a particular acoustic unit. 2. Despite 'discriminative' training methods for their parameters, the mixture pdfs themselves are not essentially discriminative in classification. 3. Multinomial Gaussian mixtures require excessive data for parameter training.

4. Optimization criteria in parameter search provide good error on training data. However, for robustness one is ultimately interested in minimizing the generalization error, i.e. the error on unseen data which possibly mismatches with the training data.

With kernel methods, a new class of approaches is presented which aims at tackling all 4 aspects given above. Classification of acoustic data into linguistic units is done directly with Support Vector Machines and Kernel Fisher Methods, embedded in an HMM framework. Kernel Methods require few training data and can be adjusted to the degree of data mismatch. Results are presented on recognized data sets which show the potential of the method.

Mi. 11:35 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Verteilte Spracherkennung mit hybriden akustischen Modellen

Jan Stadermann, Gerhard Rigoll

Lehrstuhl für Mensch-Maschine Kommunikation, TU München

Verteilte Spracherkennung ist ein neuer Ansatz, um rechen- und speicherintensive Spracherkennertechnologie für kleine, mobile Endgeräte (Mobiltelefon, PDA) zu realisieren. Der Hauptvorteil hierbei ist die Aufspaltung der Spracherkennungsaufgabe in Merkmalsextraktion und Dekodierung. Die Extraktion von Merkmalen läuft auf dem portablen Client ab, während die Erkennung auf einem zentralen Server stattfindet. Gerade in diesem Szenario treten unerwünschte Hintergrundgeräusche auf, die in der Vorverarbeitung auf dem Client berücksichtigt werden müssen. Vorgestellt werden unterschiedliche Merkmale für die verteilte Spracherkennung sowie unterschiedliche akustische Modellansätze, welche die Übertragung der Merkmale zwischen Client und Server optimieren. Experimente mit hybriden akustischen Modellen im Umfeld der verteilten Spracherkennung lassen einige Vorteile dieser Architektur gegenüber den bekannten Gaußmodellen erkennen. Die Evaluation der unterschiedlichen Ansätze hat auf den standardisierten Tests der AURORA2 und WSJ0 Datenbank stattgefunden.

Mi. 12:00 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Approaches to Robust Speech Recognition in Mobile Devices

Tim Fingscheidt, Panji Setiawan, Sorel Stan

Siemens AG

Automatic speech recognition in mobile devices has to cope with varying acoustical background noises in potentially low SNR situations. Therefore, techniques such as noise reduction are required to ensure the accuracy of the speech recognition process. This paper compares different kinds of environment compensation techniques, all operating frame-wise, either in the spectral or in the log-spectral domain. We report on word recognition rate as well as on word accuracy, the later also being a performance measure in absence of speech (i.e. only background noise) cases.

As a classical technique, we first investigate Wiener filtering using a voice-activity-driven noise power spectral density (psd) estimation. Then we perform a comparison with the more advanced recursive least squares (RLS) weighting rule for speech enhancement, as well as with the use of minimum statistics as noise psd estimation. Finally, simulation results with the S-IMM (sequential interacting multiple models) approach are shown. It turns out that approaches known from speech enhancement perform very well also for speech recognition. This allows the use of the specific noise reduction function in a mobile device for speech telephony on the one hand, and for robust speech recognition on the other hand.

Mi. 13:30 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Experiments in Distant Talking Speech Recognition Using a Standard Database

Gernot Fink, Sascha Hohenner

Universität Bielefeld

Distant talking speech recognition is applied where the use of close-talking microphones is not feasible, e.g. when communicating with a mobile robot. The acoustic data that are captured with multiple microphones from some distance to the talker are corrupted by interfering sounds and echoes.

Therefore, a degradation in recognition quality compared to results obtained on 'clean' speech can be observed. Various methods (e.g. beam-forming, adaptation) have been proposed for

improving recognition quality in such adverse environments. However, direct comparisons of results are usually not possible as speech databases recorded in both distant talking and clean-speech configurations are not available.

In order to clearly assess the performance of our approach for distant talking speech recognition developed for our mobile robot BIRON with respect to the ideal close-talking scenario, we decided to make a 'standard' speech database (namely the WSJ0 corpus) usable for a comparative study. We simulated a talker using a high-quality studio loudspeaker set up at an appropriate distance to our robot for re-playing the complete corpus. This data was then recorded via the stereo-microphones of the robot yielding a distant talking version of the original corpus.

In first recognition experiments we observed that the word error rate approx. triples when training on clean and testing (5k lexicon) on distant speech, a figure which could be reduced to some extent using filter-and-sum beam-forming. However, when training on the distant talking version of the corpus the word error rate only increased about 84% relative.

Mi. 13:55 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Die Abhängigkeit der Sprachverständlichkeit des Referenzsprechers von der Anzahl und Position von Störsprechern in akustisch definierten Räumen

Bojan Ivancevic, Kristian Jambrosic

Faculty of EE and Computing

Die zunehmende Verbreitung von Mehrkanalsystemen läßt es immer wichtiger erscheinen, sich ein klares Bild von den der Funktionsweise des 'Cocktail-Party-Effekts' zu verschaffen. Der Mensch ist oft nicht in der Lage, einen bestimmten Sprecher unter mehreren Gesprächspartnern herauszufiltern und zu verstehen. Diese Beschränkung hängt von der Nummer der Sprecher, deren räumlicher Verteilung und den akustischen Eigenschaften des betreffenden Raumes ab. In dieser Arbeit werden die Resultate einer Untersuchung der Sprachverständlichkeit eines männlichen Sprechers, der sich an einer gegebenen Position befindet, dargestellt. Dabei wurden bis zu 6 Störsprecher in der Horizontalebene platziert. Verwendet wurden zwei Testsignale: Logatome sowie übliche sinnvolle Sätze. Alle Worte wurden von verschiedenen männlichen Sprechern gelesen, aufgenommen und während

der Untersuchung über exakt positionierte Lautsprecher wiedergegeben, die vor der Testperson in gleicher Entfernung auf einer Kreislinie aufgestellt waren. Die Aufgabe der Testpersonen war es, das gehörte Logatom beziehungsweise den Satz aufzuschreiben, den sie von dem jeweiligen Referenzsprecher aus der ihnen bekannten Richtung wahrnahmen. Das Azimut des jeweiligen Referenzsprechers war meistens 0° , ausgenommen einige Fälle, bei denen das Azimut 90° betrug. Die Lautstärke aller Testsignale war identisch. Die Resultate zeigen, dass die Sprachverständlichkeit mit dem Zuwachs der Störquellen etwa linear abnimmt; sie fällt auf ungefähr 50% bei 4 simultanen Störquellen ab. Ferner ergibt sich, dass der Fehler auch zunimmt, wenn sich die Entfernung zwischen der störenden und der Informationsquelle verringert. Der Test wurde in gleicher Versuchsanordnung in 3 akustisch unterschiedlichen Räumen wiederholt; dabei ergibt sich eine direkte Korrelation zwischen der objektiv gemessenen und der subjektiv ermittelten Verständlichkeit.

Mi. 14:20 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Stimmaktivierung eines Spracherkenners unter Berücksichtigung prosodischer Merkmale und der Variabilität der Aussprache

Marco Kühne, Matthias Wolff, Matthias Eichner, Steffen Werner, Rüdiger Hoffmann

TU Dresden

Einen kritischen Punkt für den praktischen Einsatz von Spracherkennern stellt die Aktivierung des Systems dar. Viele aktuelle Systeme erfordern eine 'push-to-talk'-Freischaltung durch den Benutzer. Für die Mehrzahl der Anwendungen ist eine manuelle Aktivierung jedoch unzweckmäßig. Eine automatische Freischaltung des Erkenners ermöglicht eine deutlich ergonomischere Bedienung durch ein komplettes 'hands-and-eyes-free' Sprachinterface. Üblicherweise werden solche Systeme als Schlüsselwortdetektoren implementiert, welche den Spracheingabestrom kontinuierlich nach einem vordefinierten Ansprechwort durchsuchen. Prosodische Faktoren wie die Stimmmelodie oder die Modellierung der Aussprachevariabilität des Schlüsselwortes fanden bisher in den Verfahren zur Stimmaktivierung nur sehr geringe Beachtung.

In einem ersten Schwerpunkt wird ein sprecherunabhängiges Verfahrens zur Integration prosodischer Merkmale in die Erkennungstrategie vorgestellt. Basierend auf der Grundfrequenz- und

Energiekontur des Schlüsselwortes beim Ansprechen des Erkenners wurde ein Hidden Markov Modell trainiert. Das prosodische Modell wurde anschließend zur Überprüfung der Schlüsselworthypothesen des Kommandoerkenners verwendet. Durch die Verwendung von Aussprachevarianten des Schlüsselwortes konnte die Erkennungsleistung leicht gesteigert werden. Die Berücksichtigung prosodischer Informationen führte zu einer signifikanten Reduzierung der Fehlerraten, insbesondere der Fehlalarmrate des verwendeten Kommandoerkenners. Die Erkennungsleistung des prosodischen Modells wurde mit den Ergebnissen von Versuchspersonen in Hörversuchen bei identischer Aufgabenstellung verglichen.

In einem zweiten Schwerpunkt wird gezeigt, dass die Modellierung der Aussprachevariabilität des Schlüsselwortes die Erkennungsleistung ebenfalls verbessert kann. Die Aussprachevarianten des Schlüsselwortes wurden mit Hilfe eines phonetischen Netzwerkes dargestellt, welche automatisch aus Sprachaufnahmen trainiert werden können. Auf ein entsprechendes Lernverfahren wird kurz eingegangen.

Mi. 14:45 HS 1601 Autom. Spracherkennung im Störgeräusch

Robust Acoustic Speech Emotion Recognition by Ensembles of Classifiers

Björn Schuller, Manfred Lang, Gerhard Rigoll

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München

Die Erkennungsleistung in der automatischen Spracherkennung kann unter dem Einfluss emotionaler Aussprache Verluste erleiden. Bisher wurde vor allem eine Adaption an Umgebungsgeräusche und den Sprecher betrachtet. Darüber hinaus erscheint es jedoch möglich, durch eine Anpassung an die aktuelle Emotion des Sprechers einen weiteren Zugewinn zu erzielen. Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich dieser Beitrag mit der zuverlässigen Erkennung der Sprecheremotion aus dem akustischen Sprachsignal vor einer Erkennung des gesprochenen Inhalts mit dem Ziel der Bereitstellung adäquater Modelle. Es werden geeignete Merkmale vorgestellt, und mit Verfahren der Merkmalsselektion hinsichtlich ihrer Relevanz bewertet. Im Vordergrund stehen dabei gleitende Suchverfahren im Gegensatz zu einer Reduktion des Merkmalssatzes auf Basis einer Hauptachsentransformation. Das Ausgangssatz umfasst high-level Attribute, die je Äußerung aus den Konturen der Formanten, Signalenergie, der spektralen Entwicklung und dem Zeitsignal abgeleitet werden. Für

die Klassifikation betrachten wir Ensemble-Ansätze wie Stacking, Bagging und Boosting. Unter den eingesetzten Basisklassifikatoren befinden sich dabei künstliche Neuronale Netze, Support Vektor Maschinen, Entscheidungsbäume, Naive Bayes und regelbasierte Ansätze. Als Datenbank werden gespielte Äußerungen der sieben Basisemotionen Freude, Ärger, Überraschung, Furcht, Trauer, Ekel, und ein abgrenzender neutraler Zustand verwendet. Abschließend werden Ergebnisse eines lauffähigen Prototypen präsentiert.

Mi. 10:20 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Akustische Simulationsmethoden in der praxisorientierten Ausbildung für Kraftfahrzeugingenieure

Wolfgang Foken

Westsächsische Hochschule Zwickau

Numerische Simulationsmethoden gewinnen für die Lösung akustischer Probleme zunehmend an Bedeutung. Diesem Wandel muss auch die Ausbildung von Diplomingenieuren für Kraftfahrzeugtechnik Rechnung tragen. Trotz des begrenzten Zeitvolumens eines Wahlfaches "Akustik" sollten die Fachhochschulabsolventen einen praktischen Überblick über die relevanten numerischen Methoden erhalten. Die Präsentation stellt einen Praktikumsversuch für Studenten vor, wobei die Ergebnisse praktischer Messungen der Schalldruckverteilung im Innenraum eines PKW mit einer FEM/BEM-Simulation verglichen werden. Außerdem werden die Nutzung der FEM/BEM Software "SYSNOISE"® im Rahmen von Diplom-Aufgabenstellungen sowie ein eigenes Softwareprodukt zur akustischen Simulation im Bereich Motorakustik und deren Nutzung in der Ausbildung vorgestellt.

Mi. 10:45 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Virtuelles Praktikum Bauakustik

Holger Röseler, Schew-Ram Mehra

Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart

Mechanismen und Berechnungen der Schallübertragung zwischen zwei Räumen sind Bestandteil der Vorlesungen "Bauakustik" und "virtuelle Bauphysik" an der Universität Stuttgart. Dabei wird zwischen dem Verhalten von Bauteilen im Labor und im Gebäude unterschieden, wobei das Letztere durch die Einbausituation des Bauteils bestimmt wird. Während die Bestimmung

des Laborschalldämmmaßes bereits mit dem auf der DAGA 2004 vorgestellten Tool "virtuelles Labor Akustik" vermittelt wird, soll sich das "virtuelle Praktikum Bauakustik" mit den Phänomenen des Bauschalldämmmaßes beschäftigen. Diese Lerneinheit baut auf dem "virtuellen Labor Akustik" auf, bereits bekannte Wandaufbauten und Konstruktionen werden im "virtuellen Praktikum Bauakustik" unter realen Randbedingungen untersucht. Die dabei auftretenden Phänomene lassen sich mit Hilfe des Tools interaktiv darstellen, visualisieren und auralisieren. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Möglichkeit der Variation einzelner Parameter mit sofortiger Darstellung der Auswirkung auf das Ergebnis. Die Studierenden können selbstständig von zu Hause aus interaktiv über das Internet diese Versuche nachvollziehen. Animationen einzelner Phänomene sowie des gesamten Vorgangs der Schallübertragung zwischen zwei Räumen und erläuternde Texte ergänzen das "virtuelle Praktikum Bauakustik" zu einer Lerneinheit.

Im Rahmen des Vortrags wird vorgeführt wie beim virtuellen Praktikum unterschiedliche Prüfgegenständen ausgewählt und parametrisiert werden. Nach dem Ablauf der Messung können die Ergebnisse mit den Auswertungen weiterer Messungen verglichen werden.

Mi. 11:10 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Design eines effektiven Einsatzes von auditiver Information in multimedialen Lernräumen für die Akustik-Lehre

Fanny Klett

Fraunhofer Institut für Digitale Medientechnologie

Unsere Sinnesorgane beeinflussen in entscheidendem Maße die Qualität der Wahrnehmung und der Kommunikation. Auditive Informationen (Sprache, Geräusche, Musik) werden jedoch in multimedialen Lernräumen meist mit ungenügender Wirksamkeit dargestellt. Gleichwohl darf die Bedeutsamkeit auditiver Informationen im menschlichen Wahrnehmungsprozess nicht unwürdigt bleiben: Solange uns das visuelle System ausführliche Information über einen fokussierten Ausschnitt der Realität liefert, versorgt uns das auditive System mit allgemeinen Informationen über die Umgebung und erlaubt uns die Erfassung von Ereignissen außerhalb dieses Ausschnitts. Die integrative Betrachtung des visuellen und des auditiven Wahrnehmungssinnes wird auch

in modernen, technologie-basierten Methoden der Wissensvermittlung notwendig. Fortschrittliche Visualisierungstechniken ermöglichen bei einer geeigneten Gestaltung der medialen Komponenten (3D-Darstellungen, Animationen, Filmsequenzen, Virtuelle Realität u.a.) eine lernwirksame Kombination der visuellen mit der auditiven Modalität.

In diesem Beitrag wird die zweckmäßige Kombination dieser beiden Sinnesmodalitäten in multimedialen Lernräumen im schulischen sowie im universitären Bereich beleuchtet. Dabei wird insbesondere der Einsatz in der Akustik-Lehre angesprochen. Ausgehend von grundlegenden Modellannahmen werden die Besonderheiten auditiv dargebotener Informationen vertiefend betrachtet, sowie Vor- und Nachteile bei einem Zusammenwirken auditiver und visueller Information dargestellt. Ein Schwerpunkt bildet das Thema "Auditive Information als Lerngegenstand", bei dem es zunächst vorrangig um das Hörbarmachen eines akustischen Lernstoffes geht. Darunter zählen auch die akustischen Phänomene als Faktor der akustischen Wahrnehmung.

Mi. 11:35 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Auralisation mit Tabellenkalkulationsprogrammen

Klaus Naßhan

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Im Rahmen der neuen Vorlesung "Virtuelle Bauphysik" an der Universität Stuttgart sollen Studenten raum- und bauakustische Problemstellungen untersuchen und auralisieren, d.h. einen Höreindruck von unterschiedlichen akustischen Effekten, Situationen und Konstellationen gewinnen. Auf der Grundlagen langjähriger Entwicklungserfahrungen zur Auralisation wurde ein Programm entwickelt, mit welchem Berechnungsergebnisse von Tabellenkalkulationsprogrammen über eine offene Datenschnittstelle hörbar gemacht werden können. So besteht z.B. die Möglichkeit, für einen 2-dimensionalen Rechteckraum die hörbare Wirkung verschiedener Raumgrößen und unterschiedlicher Absorberbelegungen zu vergleichen. Weitere Lehrinhalte betreffen die Schalldämmung ein- und doppelschaliger Wänden. Über die Erfahrungen bei der Entstehung und beim Umgang mit diesem neuen Lehrprogramm wird berichtet, einschließlich der Reaktionen und Lösungen der Studenten.

Mi. 12:00 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Der Einsatz von Lernsoftware in der Akustik - Bestandsaufnahme und WeiterentwicklungDetlef Krahé*Universität Wuppertal*

Die Multimediatechnik zusammen mit dem Internet bietet gerade für die Akustik hervorragende Möglichkeiten, Lerninhalte zu vermitteln. An manchen Stellen wurden sehr beeindruckende Simulationen, an anderen Stellen viel beachtete interaktive Lerneinheiten mittels Hypertext entwickelt. All diese zu begrüßenden Aktivitäten stellen aber in der Regel Insellösungen dar, denn den gesamten Bereich der Akustik in gleicher Weise abdecken zu können, überfordert die Ressourcen eines Einzelnen, zumal neben den fachlichen und didaktischen Kenntnissen auch solche aus der Informatik gefragt sind. Zum Beispiel überraschten neue Browser-Versionen in der Vergangenheit nicht selten damit, dass interaktive Funktionen lahm gelegt wurden. Kämpft der Autor mit solchen Schwierigkeiten, so hemmt die Nutzer vielfach die im weitesten Sinne sehr unterschiedliche Handhabung der Lernsoftware. Eine Vereinheitlichung in gewissem Rahmen scheint angebracht. Die angesprochenen Schwierigkeiten sind nur mit einer Bündelung der Aktivitäten und Ressourcen zu meistern: Hierfür könnte und sollte die DEGA eine organisatorische Plattform bieten.

Mi. 13:30 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Die Last mit dem Lärm - Arbeitsalltag von Lehrern und SchülernGerhart Tiesler*Inst.f.interdisziplinäre Schulfo*

Das Ergebnis einer Studie zum 'Lärm in Bildungsstätten', gefördert durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin in Dortmund, wird vorgestellt. Es wurden 520 Unterrichtsstunden der Klassenstufen 1 bis 10 beobachtet, bestehend aus Schallpegelaufzeichnungen, Unterrichtsbeobachtung, Protokolle über außergewöhnliche Ereignisse, etc. In jeder beteiligten Klasse wurde der Unterricht über eine volle Woche aufgezeichnet. Ferner wurde über zwei Interventionsmassnahmen der Versuch unternommen, den 'Lärm' zu reduzieren, eine pädagogische Maßnahme in zwei Grundschulklassen, sowie die Sanierung der Raumakustik entsprechend der DIN 18041 von 2004 in

drei Grundschulklassen. Die Interventionen wurden durch entsprechende Beobachtung jeweils vorher und nachher auf ihre Wirkung überprüft.

Mi. 13:55 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Beeinträchtigt die Raumakustik der Schulgebäude die Gesundheit der Lehrkräfte?

Ortrun Rickes, Alfred Schmitz

TAC - Technische Akustik

Die Unfallkasse Hessen führt mit verschiedenen staatlichen Kooperationspartnern ein Projekt zu den Themen Schulklima, Lehrerergesundheit und Arbeitsplatzzufriedenheit durch. Da die Lärmbelastung bei einer Befragung als im Mittel stärkste Belastung angegeben wurde, wurden im Rahmen des Projektes die raumakustischen Verhältnisse von vielen Unterrichtsräumen, Fluren, Foyers und Lehrerzimmern untersucht.

Zunächst wurden die Nachhallzeiten der Räume nach ISO 3382 bestimmt und mit den Empfehlungen nach DIN 18041 verglichen. Aus den Messungen sollen Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet werden, die in kostengünstiger Art und Weise seitens des Schulträgers oder in Eigenleistung der Betroffenen umgesetzt werden sollen. Abschließend soll die Wirksamkeit der akustischen Verbesserungen in Bezug auf die Belastungssituation durch Befragung der Betroffenen evaluiert werden.

Im Rahmen des Vortrags wird über die Intension und den Stand des Projektes sowie über die Auswertung und die Konsequenzen aus den Nachhallmessungen berichtet.

Mi. 14:20 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Schüler, Raum, Lehrer - Die Suche nach dem optimalen raumakustischen Klima

Carsten Märtens

LBP Stuttgart

Im Rahmen einer Feldstudie an 230 öffentlichen Schulen im Regierungsbezirk Niedersachsen, wurde mittels eines Fragebogens die subjektive Einschätzung der Lehrer bezüglich der vorherrschenden raumakustischen Situation an ihrer Schulen erfragt. In 107 willkürlich gewählten Schulen wurden daraufhin 275 allgemeine Unterrichtsräume bauphysikalischen erfasst und hinsichtlich ihrer raumakustischen Parameter messtechnisch untersucht.

Anschließend wurden die Messergebnisse mit den zuvor getätigten Aussagen korreliert. Der Schwerpunkt der beiden Erhebungen lag auf der Nachhallzeit T60 und Sprachverständlichkeit (STI) in den Unterrichtsräumen im möblierten Zustand.

Nachfolgend wurde in einem bezüglich der Schallabsorptionsfähigkeit modifizierbaren Unterrichtsraum an einer berufsbildenden Schule der Einfluss der Nachhallzeit auf die Schüler und den Lehrer untersucht. Die Untersuchung erfolgte mittels kodierter Pegelschriebe und Schülerbefragungsbögen. Anhand der aus beiden Studien erhobenen subjektiven "weichen" Daten, und der "harten" Messdaten aller Beteiligten Einflussgrößen (Schüler ó Raum ó Lehrer) kann / soll durch statistische Analysen das raumakustisch optimale 'Klima' ermittelt werden. Des weiteren ermöglicht der große statistische Datenpool prospektive Aussagen zum Ist- und Sollzustand der akustischen Gesamtsituation in deutschen Schulen.

Mi. 14:45 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen bei Grundschulkindern Teilprojekt A: Umwelt- und bauakustische Untersuchungen

Jochen Seidel, Lutz Weber, Philip Leistner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Bisherige Forschungsergebnisse zur Schulakustik deuten auf eine starke Beeinträchtigung des Lernverhaltens infolge mangelhafter raumakustischer Bedingungen und störender Geräusche in den Unterrichtsräumen hin. Zur Ergänzung früherer Untersuchungen wurde im Jahr 2004 mit einem interdisziplinären Forschungsvorhaben begonnen, das sowohl die akustische Situation in den Schulen als auch die chronische Lärmbelastung der Kinder in ihrem Lebensumfeld betrachtet und in Beziehung zu den kognitiven Leistungen setzt. Teil A des vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik, der Universität Eichstätt und der Universität Oldenburg gemeinsam bearbeiteten Projekts konzentriert sich auf umwelt- und bauakustischen Untersuchungen. In der gegenwärtigen Phase werden Schulen und Unterrichtsräume mit geeigneter Akustik ausgewählt. Das Ziel ist, Schulklassen mit ausgeprägten Unterschieden in der akustischen Qualität der Klassenräume bei ansonsten gleichen Randbedingungen aufzufinden, um auf diese Weise die Anzahl der Einflussfaktoren zu begrenzen und geeignete Voraussetzungen für die kognitionspsychologischen Untersuchungen (Projektteil B) zu schaffen. Über

die Vorgehensweise und die Ergebnisse des Auswahlverfahrens wird berichtet. Eine wichtige Erkenntnis fällt bereits zum jetzigen Zeitpunkt auf: Die Nachhallzeit in den Unterrichtsräumen liegt überwiegend im Bereich von 0,4 bis 0,9 s. Die vielfach angenommenen langen Nachhallzeiten und deren alleinige Verantwortung für akustische Probleme können also nicht bestätigt werden, so dass ein differenzierterer Ansatz für die Ursachenforschung erforderlich ist.

Mi. 15:10 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen von Grundschulkindern Teilprojekt B: Kognitionspsychologische Untersuchungen

Maria Klatte, Marlis Wegner, Jürgen Hellbrück
Universität Oldenburg

Befragungen von Lehrkräften sowie akustische Messungen in Schulräumen zeigen, dass schulisches Lernen und Lehren oftmals durch ungünstige akustische Bedingungen (lange Nachhallzeiten, hohe Störgeräuschpegel) erschwert wird. Aus experimentellen Studien mit erwachsenen Probanden ist bekannt, dass Lärm schon bei mittleren Intensitäten zu Beeinträchtigungen der mentalen Leistungsfähigkeit führen kann. Diese Lärmwirkungen sind bei Kindern wesentlich stärker ausgeprägt als bei Erwachsenen. Lärm beeinträchtigt Aufmerksamkeits- und Arbeitsgedächtnisprozesse, die für die laut- und schriftsprachliche Entwicklung von maßgeblicher Bedeutung sind. Es muss daher vermutet werden, dass ungünstige Hörbedingungen in Wohn- und Lernumwelten von Kindern zu dauerhaften Störungen in diesen Entwicklungsbereichen führen. Im Rahmen des Projekts "Lebensgrundlagen und ihre Sicherung" des Landes Baden-Württemberg (BWPlus) werden im Frühjahr 2005 etwa 350 Grundschulkindern untersucht, die sich hinsichtlich der akustischen Bedingungen in Schule und Wohnumwelt unterscheiden. Hierdurch sollen akute und chronische Wirkungen der Lärmbelastung auf die kognitiven Leistungen der Kinder analysiert werden. Die Durchführung dieses Projekts erfolgt in einem interdisziplinären Team von PsychologInnen und Bau- und Raumakustikern (s. Beitrag von Seidler et al.; Teilprojekt A). In dem Vortrag sollen aktuelle Forschungsbefunde zur Wirkung von Lärm auf Kinder berichtet und die daraus resultierende Planung für die Feldstudie diskutiert werden.

**laermwerkstatt.de - eine Lernumgebung zum Alltagsproblem
Lärm**

Klaus-Peter Mühle

LISUM Berlin (BICS)

Die Lernumgebung "Lärmwerkstatt" wurde als ein Beitrag zur projektorientierten Umweltbildung 1996/97 im Rahmen der Gründungsphase des Berliner Bildungsservers BEBIS als ein gemeinsames Projekt "Lärmwerkstatt" der Bereiche Physik und Sonderpädagogik an der damaligen Berliner Landesbildstelle konzipiert. Mit ihr sollten innovative Möglichkeiten eines Landesbildungsservers unter Einbeziehung der personellen wie sächlichen Ressourcen eines Medienzentrums erschlossen werden. Mit der Konzipierung, Entwicklung, Erprobung und Evaluierung einer Hypermedia-Lernumgebung auf einem öffentlichen Server wurde ein - aus informatischer sowie mediendidaktischer Sicht - recht komplexes Medium angestrebt, das als Verbund aus Wissensbasis, Lernanregungen, Werkzeugen, Kommunikationsplattform sowie Dokumentationsoptionen für die eigenen Unterrichtsergebnisse den Charakter einer Werkstatt für das eigenaktive Lernen haben sollte. Angemessen der Komplexität des "gesellschaftlichen Schlüsselproblems Lärm" sollten sich Bezüge herstellen lassen zwischen den Fächern, Arbeitslehre, Biologie, Physik, Chemie, Informatik, Gesellschaftskunde, Deutsch, Mathematik, Geographie, Musik. Von der Grundidee her sollte die Offenheit der Lernumgebung es einerseits ermöglichen, die installierten Tools in eigenen fächerverbindenden Unterrichtsprojekten zu benutzen und andererseits zur Erstellung neuer Materialien anregen und somit zu einer Verbreiterung der Wissensbasis führen. Im Rahmen des BLK-Modellprojekts SEMIK (1999-2002) wurde der Einsatz der Lernumgebung in der Schule erprobt. Ein wesentliches Ergebnis war die vollständige Überarbeitung und die endgültige Installation der Online-Version auf BEBIS im Herbst 2001 unter der Adresse www.laermwerkstatt.de. Nach einer kurzen Vorstellung des Konzepts und der Idee der "Lärmwerkstatt" und einem kritischen Rückblick auf die gemachten Erfahrungen sollen anhand einiger Szenarien Möglichkeiten zum unterrichtlichen Einsatz für die Zukunft angedeutet werden.

Mi. 16:25 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Akustische Planung von Schulneubauten an ausgewählten BeispielenEckard Mommertz*Müller-BBM GmbH*

Die akustische Situation in Schulen ist seit einiger Zeit Gegenstand umfangreicher Studien und findet auch in der Öffentlichkeit zunehmende Beachtung. Bei der Planung von Schulneubauten stehen jedoch der Umsetzung guter akustischer Gegebenheiten teils konkurrierende Forderungen hinsichtlich Gestaltung, Kosten oder auch bauklimatischen Aspekten entgegen. In diesem Beitrag wird anhand von mehreren Schulneubauten mit unterschiedlichen baulichen Konzepten berichtet, auf welche Weise dennoch gute, den Nutzeransprüchen gerecht werdende, akustische Verhältnisse geschaffen werden können. Ergänzend wird auf Planungswerte für die Schallabsorption von Kindern eingegangen, die aus Messungen in besetzten und unbesetzten Klassenräumen ermittelt wurden.

Mi. 16:50 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

'Seid bitte leise!' - Akustisch-ergonomische Arbeitsbedingungen für effizienten UnterrichtMarkus Oberdörster, Gerhart Tiesler*Saint-Gobain Ecophon GmbH*

Es werden erste Ergebnisse einer groß angelegten interdisziplinären Untersuchung über die 'Auswirkungen raumakustischer Arbeitsbedingungen auf Unterrichtsprozesse' vorgestellt. Das Geschehen im Klassenraum wird dabei unter einer streng arbeitswissenschaftlichen Vorgehensweise analysiert - die Schule als 'Arbeitsplatz' für Lehrer und Schüler begriffen. Durch das Projekt 'Lärm in Bildungsstätten' der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin stehen bereits zahlreiche Meßdaten über Schallpegel im Unterricht und Unterrichtsprotokolle - vor und nach akustischen Interventionsmaßnahmen - zur Verfügung (vgl. Beitrag 'Die Last mit dem Lärm' von Tiesler G.). Diese wurden ergänzt durch weitere Unterrichtsbeobachtungen und permanent erhobene physiologische Leistungsdaten (Herzfrequenz) der Lehrer. Insgesamt liegen komplette Datensätze aus über 570 Unterrichtsstunden vor. Eine zeitabhängige Dynamisierung der einzelnen Parameter erlaubt erstmals eine Korrelation zwischen der raumakustischen Arbeitsbedingung und den resultierenden

Folgen nicht nur auf individueller Ebene (Leistungsabfall, Ermüdung, Stress) sondern für den gesamten Unterrichtsprozess (Schallpegel, Redeanteile, Unterrichts- bzw. Sozialform, Schülerverhalten).

Mi. 17:15 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Von der Reithalle zur Musikhochschule - Ein Umnutzungs-, Umbau- und Renovationsprojekt

Stefanie Litjens

Grolimund & Partner AG, Bern

Der Beitrag befasst sich mit der Akustik einer Reithalle mitsamt Stallungen, die nach der Renovierung in eine Hochschule für Musik und Theater umgebaut wurde. Das denkmalgeschützte Gebäude der Reithalle ist Teil einer in den Jahren 1873 bis 1878 erbauten Kasernenanlage in Bern. Da die Räumlichkeiten seit Jahren nicht mehr im ursprünglichen Sinn genutzt wurden, hat das Hochbauamt des Kantons Bern beschlossen, dort die Abteilung Musik und Theater der Hochschule der Künste unterzubringen. Beim Umbau wurde die schützenswerte Bausubstanz vollständig erhalten, Fassaden, Dach und Deckenkonstruktion wurden instand gesetzt und dienen als Tragkonstruktion und Wetterhaut. In diese vorhandene Struktur wurden neue transluzide Körper als Übungsräume für die Musiker freistehend eingefügt. Um den Ansprüchen einer Musikhochschule gerecht zu werden, musste einerseits auf eine gute Schalldämmung zwischen den Räumen geachtet werden. Andererseits war es wichtig, die raumakustischen Eigenschaften für die musikalische Nutzung zu optimieren und möglichst variabel zu gestalten, um den Ansprüchen der verschiedenen Instrumente gerecht zu werden. Im Vortrag soll das Schallschutz- und Raumakustikkonzept der Übungs- und Unterrichtsräume vorgestellt und erläutert werden.

Mi. 17:40 N 1070

Akustik in Schule und Hochschule

Raumakustische Qualität von Universitäts-Hörsälen

Eva Veres

Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart und Fraunhofer-In

Die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien gewinnen immer mehr an Bedeutung auch in der universitären Lehre. Ein Grund dafür, warum manche Studierenden das Lernen via Computer außerhalb der Hochschule bevorzugen, ist die mangelhafte Akustik der Hörsäle. Deshalb wird die Frage gestellt,

ob Online-Learning die Präsenzlehre sogar verdrängen wird. Obwohl sich zurzeit verschiedene Studien mit der Akustik von Schulzimmern und Auditorien befassen, die sich das Ziel gesetzt haben, die raumakustischen Anforderungen dort strenger zu formulieren, gibt es noch wenige Daten über die akustische Qualität von Hörsälen an Hochschulen. Es ist jedoch erwiesen, dass eine Verbesserung der Präsenzlehre, die von den Hochschulen auch angestrebt wird, mit der Gewährleistung von guten raum- und bauakustischen Bedingungen verknüpft ist. Deshalb ist eine Bestandsaufnahme der akustischen Qualität von Hörsälen an Hochschulen eine wesentliche Komponente der Evaluation der Lehre. Im Rahmen des Vortrages wird über die Ergebnisse von raumakustischen Messungen in verschiedenen Universitäts-Hörsälen, die unterschiedliche Raumvolumina, Grundrissform und Ausstattung haben, berichtet.

Mi. 10:20 N 1080

Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm

Mathematische Beschreibung von aufweckendem Güter-Schienenverkehrslärm

Dirk Windelberg

Inst. für Mathematik, Uni Hannover

Die Wirkung nächtlichen Schienen-Güterverkehrs auf den Schlaf von Anliegern wird durch einen Mittelungspegel nicht angemessen beschrieben, da bei diesem Verkehrslärm der Mittelungspegel nur eine rechnerische Größe ist, die im allgemeinen niemals auftritt. Durch diesen Verkehr entstehen Vorbeifahrpegel und - zwischen diesen - Lärmpausen. Die Vorbeifahrpegel können aber an einzelnen Orten 20 dB höher sein als der (energetische) Mittelungspegel, und die Pegel der Lärmpausen sehr viel niedriger. Während Lärmpausen für einen schlafenden Anlieger ohne Bedeutung sind, können Vorbeifahrpegel zu Aufweckreaktionen führen. Daher ist eine (mathematische) Bewertung der Uhrzeit, der Häufigkeit und der Höhe der pro Nacht auftretenden Vorbeifahrpegel notwendig.

In diesem Vortrag wird in Abhängigkeit von einem (individuellen) 'Schlafpegel' definiert, unter welchen Bedingungen mehrere vorbeifahrende Güterzüge einen Anlieger wenigstens einmal aufwecken, wenn jeder der Güterzüge einen '10%-Aufweckpegel' überschreitet. Für einen solchen Pegel wird ein Zusammenhang zwischen seiner Stärke und seiner Wirkung definiert.

Bezüglich dieser individuellen 10%-Aufweckpegel werden dann die Ruhepausen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Aufweckpegeln untersucht und durch eine 'Ruhedauerbewertung' beschrieben.

Als Beispiel werden zwei nächtliche Szenarien bezüglich ihrer Aufweckpegel und bezüglich ihrer Ruhedauerbewertung bewertet: Während der Mittelungspegel in beiden Szenarien gleich ist, beschreibt die Ruhedauerbewertung die unterschiedlichen Schlafbedingungen.

Literatur: D.Windelberg: Aufweck-Pegel und Lärmpausen bei Schienen- und Fluglärm. Immissionsschutz 9 (2004), 114-124

Mi. 10:45 N 1080

Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm

Die Ermittlung akustischer Kenndaten im Rahmen von Lärmwirkungsuntersuchungen

Ulrich Möhler

Möhler+Partner

Die Anforderungen an die Genauigkeit akustischer Kenndaten, die im Zusammenhang mit Lärmwirkungsstudien benötigt werden, wird oft unterschätzt. Anhand von Beispielen wird aufgezeigt, wie sich fehlerhafte Erhebungen auf das Ergebnis auswirken können. Es werden daraus Mindestanforderungen an die Bestimmung akustischer Kenndaten für Lärmwirkungsstudien sowohl im Feld als auch im Labor entwickelt.

Mi. 11:10 N 1080

Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm

Auswirkungen von Verkehrslärm und Hintergrundsprechen auf das Lesen und Verstehen von Texten

Andreas Liebl, Jürgen Hellbrück

Katholische Universität Eichstätt Ingolstadt

Gemäß Untersuchungen zur Wirkung von Umgebungseinflüssen am Arbeitsplatz klagen bis zu 54% (z.B. Sundstrom, Town, Rice, Osborn und Brill, 1994) der befragten Mitarbeiter in Büroumgebungen über häufige Störungen ihrer Arbeit durch Lärm.

Zu den typischen Lärmquellen am Arbeitsplatz zählen der durch Gespräche von Mitarbeitern verursachte Hintergrundschall, sowie der durch die Fenster dringende Straßenverkehrslärm.

Trotz eines moderaten Pegels am Arbeitsplatz kann dieser Lärm kognitive Leistungen beeinträchtigen. Gestört fühlen sich Menschen vor allem bei komplexen kognitiven Tätigkeiten, bei welchen umfangreiche Informationen aufgenommen, gespeichert

und unter Einsatz verschiedener kognitiver Operationen verarbeitet werden müssen.

Eine alltagsnahe komplexe Aufgabe ist das Lesen bzw. Textverstehen. Hierbei hat der Leser verschiedene kognitive Teilfunktionen zu erbringen. Worte müssen erkannt und verbale Informationen im Arbeitsgedächtnis zur syntaktischen und semantischen Verarbeitung zwischengespeichert werden, um schließlich Textinformationen in die Wissensbasis zu integrieren.

Die genannten Leistungen wurden in einer Experimentalreihe auf die jeweilige Störanfälligkeit gegenüber Hintergrundsprechen und Verkehrslärm untersucht. Die Experimente weisen zum einen nach, dass die genannten Aufgaben in unterschiedlicher Weise durch Hintergrundsprechen und Verkehrslärm beeinträchtigt werden. Da neben Leistungsparametern auch subjektive Empfindungsmaße erhoben wurden, kann zum anderen gezeigt werden, dass bei der Evaluation und Gestaltung von Büroarbeitsplätzen objektive wie subjektive Daten berücksichtigt werden müssen, da teilweise divergente Effekte zu beobachten sind.

Mi. 11:35 N 1080

Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm

Tageszeitsbezogene Belästigung durch Straßen- und Schienenverkehrslärm - Methode und empirische Ergebnisse

Ute Felscher-Suhr, Dirk Schreckenberger, Ulrich Möhler

ZEUS GmbH

Mit den tagesperiodisch variierenden Aktivitäten ändert sich das Bedürfnis nach Ruhe bzw. die Empfindlichkeit gegenüber der Einwirkung von Umweltgeräuschen. Gewichtungen der Tageszeit, wie sie z.B. in den USA (Pegelmaß L_{dn}) üblich oder im europäischen Pegelmaß L_{den} verankert sind, entsprechen eher normativen Setzungen als empirischen Forschungsergebnissen. In einer Querschnitts-Felduntersuchung wurde im Rahmen des BMBF-Forschungsverbunds "Leiser Verkehr" geprüft, inwiefern sich Lärmbelästigungsurteile von Anwohnern von Straßen- und Schienenverkehrsgebieten (N= 1127) im Tagesgang unterscheiden. Um diese retrospektiv erfassten Daten zu validieren, und um die tatsächliche akustische Belastung den Stundenurteilen gegenüber zu stellen, schloss sich ergänzend an die Befragungsstudie eine weitere Erhebung an einer Teilstichprobe (n=

131) an: Mittels tragbarer Datenerfassungsgeräte sollten Lärmbelastungsurteile sowie aktuell ausgeübte Tätigkeiten stündlich an vier aufeinanderfolgenden Tagen angegeben werden. Zugleich wurden Messungen an gebietsrepräsentativen Messpunkten vorgenommen und darauf aufbauend individuelle Pegel für alle Befragten errechnet. Es zeigten sich quellspezifische Belastungsprofile: Die Belastung durch Straßenverkehrslärm ist am Morgen sowie am frühen Abend erhöht, während die Belastung durch Schienenverkehrslärm - bei gleichem Pegel - in den Abendstunden ansteigt. Die Fragebogendaten zeigen insgesamt einen glatteren Profilverlauf, während die Daten aus der Vertiefungsstudie vor allem bei Schienenverkehrslärm stärker dem Pegel folgen und einzelne Schallereignisse in das Belastungsurteil integrieren.

Mi. 12:00 N 1080

Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm

Lästigkeit von Schienen- und Straßenverkehrslärm bei hohen Vorbeifahrhäufigkeiten - Ergebnisse einer Feld- und Laborstudie

Manfred Liepert, Ulrich Möhler, Dirk Schreckenberger, Rudolf Schümer, Hugo Fastl

Möhler+Partner

In der Öffentlichkeit wird die Anwendbarkeit des sog. Schienenbonus bei Planfeststellungsverfahren zum Neu- oder Ausbau von Schienenstrecken mit Hinweis auf hohe prognostizierte Verkehrsmengen in Frage gestellt. Es stellt sich dabei die Frage, ob ein Lästigkeitsunterschied auch bei einer Verringerung der Pausendauern zwischen Zugvorbeifahrten im bisher ermittelten Ausmaß weiterhin besteht. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wurde eine kombinierte Feld-/Laborstudie zur Lästigkeitswirkung von Schienen- und Straßenverkehrslärm bei hohen Verkehrsmengen durchgeführt. In der Feldstudie wurden die Ergebnisse akustischer Erhebungen und sozialwissenschaftlicher Befragungen in insgesamt 13 Gebieten mit Schienenverkehrslärm und 6 Gebieten mit Straßenverkehrslärm an Verkehrswegen unterschiedlicher Verkehrsmenge ausgewertet. Ein Großteil dieser Erhebungen wurde im Rahmen vorangehender Untersuchungen des Projektteams im Rahmen anderer Studien in den Jahren 1996 bis 2000 durchgeführt. Im Jahr 2002 wurden für die Studie in 3 weiteren Gebieten mit sehr hohen Verkehrsmengen Befragungen durchgeführt. Ein Teil dieser Probanden nahm zudem an

einer darauf folgenden Laboruntersuchung teil. Die Lästigkeitsurteile der Probanden aus Schienengebieten und Straßengebieten zu beiden Verkehrslärmarten wurden verglichen. Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchung war der Vergleich der Ergebnisse der Felduntersuchung und der Laborstudie. Über die Durchführung und die Ergebnisse der Studie wird berichtet.

Mi. 13:30 N 1080

Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm

Verkehrslärm bedingte Belästigung und Erkrankungsrisiko - Ergebnisse des Paneuropäischen LARES-Survey

Christian Maschke, Hildegard Niemann, Karl Hecht, Monika Huber

Forschungs- und Beratungsbüro Maschke

Die LARES-Studie wurde 2002 - 2003 auf Vorschlag der European Housing and Health task force der WHO in acht europäischen Städten an über 8000 Personen durchgeführt, unter anderem um die Kenntnis über offensichtliche oder unbekannte Auswirkungen von Wohn- und Wohnumfeldbedingungen (housing conditions) auf die Gesundheit zu verbessern. Als Wohnumfeldbedingung wurde auch die Lärmbelastung berücksichtigt. In einer Befragung nach ICBEN Standard wurde eine Aufschlüsselung der individuellen Belästigung durch verschiedene Geräusquellen vorgenommen. Als dominante Quelle der Lärmbelästigung in der Wohnumgebung ist für Europa der Verkehrslärm zu nennen, in der Abfolge: Straßenverkehrslärm ca. 39 %, Lärm durch parkende Autos ca. 21 %, Fluglärm ca. 13 %, Schienenlärm ca. 6,8 %. Die gesundheitlichen Auswirkungen von chronischer Verkehrslärmbelästigung wurden anhand der Periodenprävalenz (ärztliche Behandlung in den letzten 12 Monaten) ausgewertet und ließ z.B. für Bluthochdruck signifikant erhöhte Risiken im Sinne einer Dosis-Wirkungs-Beziehung erkennen.

Mi. 13:55 N 1080

Lästigkeitswirkung von Verkehrslärm

Nachbarschaftslärm bedingte Belästigung und Erkrankungsrisiko - Ergebnisse des Paneuropäischen LARES-Survey

Hildegard Niemann, Christian Maschke, Karl Hecht, Monika Huber

Forschungsverbund Lärm&Gesundheit

Die LARES-Studie wurde 2002 - 2003 auf Vorschlag der European Housing and Health task force der WHO in acht europäischen Städten an über 8000 Personen durchgeführt, unter

anderem um die Kenntnis über offensichtliche oder unbekannte Auswirkungen von Wohn- und Wohnumfeldbedingungen (housing conditions) auf die Gesundheit zu verbessern. Als Wohnumfeldbedingung wurde auch die Lärmbelastung berücksichtigt. In einer Befragung nach ICBEN Standard wurde eine Aufschlüsselung der individuellen Belästigung durch verschiedene Geräusquellen vorgenommen. Als dominante Quelle der Lärmbelastung in der Wohnumgebung ist der Verkehrslärm zu nennen. Bereits an zweiter Stelle wurde der Nachbarschaftslärm benannt. Es handelt sich hierbei zumeist um Geräusche mit einem hohen Informationsgehalt, wie Sprache, Trittgeräusche oder auch Musik. Das Belästigungspotential ist daher auch bei niedrigen Schallpegeln relativ hoch und führt über einen längeren Zeitraum zu gesundheitlichen Auswirkungen. Die Ergebnisse zeigen altersspezifische Risiken (Herz-Kreislauf System, Depressionen bei Erwachsenen; Atemapparat bei Kindern/Jugendlichen; Bewegungsapparat bei ältere Menschen).

Mi. 10:20 N 1090

Lärmausbreitung: Experimentell

Messungen der Schalleistungspegel von Kirchengeläuten zum Lautstärkevergleich von Hartguß- und Bronzeglocken

Hans-Jörg Ederer

Akustik Bureau Dresden

Im Zusammenhang mit der Erneuerung des Geläutes einer kleineren Kirche sollte die zukünftige Lautstärke für einen weiter entfernten Immissionsort beurteilt werden. Da einerseits das vorhandene Hartgußgeläut in einem Stahlstuhl gegen ein Bronzege-läut in einem Holzstuhl ersetzt, andererseits die derzeitige horizontale Hängung gegen eine vertikale Anordnung verändert werden soll, wurden an je zwei Hartguß- und zwei Bronzegeläuten der Grundtöne b' / as' / f' Messungen des Schalleistungspegels im Nah- und Fernfeld vorgenommen. Die Vorgehensweise und Ergebnisse sollen vorgestellt werden.

Mi. 10:45 N 1090

Lärmausbreitung: Experimentell

Ansätze zur Berücksichtigung des Geschosknalls beim Lärmmanagement auf Schießanlagen

Karl-Wilhelm Hirsch

Institut für Lärmschutz

Das akustische Energiemodell im Entwurf der ISO 17201 Teil 2 ist geeignet, Geschossknalle von beliebigen Flugbahnen zu prognostizieren. Unabdingbare Voraussetzung dafür ist die hinreichend zuverlässige Kenntnis der Flugbahnparameter, also der Geometrie der Bahn im Raum und des Geschwindigkeitsverlauf entlang der Bahn. Dabei ist die Geschwindigkeitsänderung ein direktes Maß für die Änderung der kinetischen Energie; deren Änderung, soweit sie bei ballistischen Bahnen nicht in potentielle Energie zu investieren ist, wiederum ein Maß für die akustische Quellstärke des Knalls darstellt. Die Geschwindigkeitsänderung hängt aber entscheidend von der Geschossform, genauer von dem zur Geschossform gehörendem geschwindigkeitsabhängigen Reibungsbeiwert ab. Folglich wird ein Verfahren zur Bestimmung der Flugbahn aus bekannten Geschossformen Bestandteil eines Geschossknallmodells. Die Geschossknallprognose im Rahmen eines Lärmmanagements für die gesamte Schießanlage hängt damit auch von der Kenntnis der dort verwendeten Geschossformen ab.

Der Beitrag berichtet einerseits über Validierungsmessungen für das Energiemodell des Geschossknalls von ballistischen Flugbahnen. Er diskutiert andererseits angepasste Möglichkeiten zur Berechnung der Flugbahnen selbst (sachgerecht vereinfachte äußere Ballistik) in Abhängigkeit von der Anfangsgeschwindigkeit, dem Erhöhungswinkel und der Geschossform.

Mi. 11:10 N 1090

Lärmausbreitung: Experimentell

Über die Korrelation statistischer Vorbeifahrtpegel mit in situ gewonnenen Messergebnissen zum Strömungswiderstand, zur Wasserdurchlässigkeit und zum Absorptionsgrad von offenporigen Asphalten

Jörn Hübelt, Hella Schmid, Wolfram Bartolomaeus, Frohmuth Wellner

Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH

Unter den heutzutage eingesetzten Fahrbahnbelägen weisen offenporige Beläge, insbesondere offenporige Asphalte, die besten lärmindernden Eigenschaften auf. Bei ordnungsgemäßer Ausführung lässt sich ein gegenüber nicht offenporigem Asphalt um bis zu 6 dB verminderter Lärmpegel beobachten. Zwei verschiedene physikalische Mechanismen können dafür verantwortlich gemacht werden: - Die vom rollenden Reifen verdrängte Luft

kann in der Aufstandsfläche teilweise in das offene Porenvolumen entweichen. Dadurch verlaufen die Vorgänge bei der Kompression und Dekompression der Luft unter dem Reifen weniger heftig und es entsteht weniger Schall. - Die offenporige Deckschicht wirkt als poröser Schallabsorber. Sowohl in unmittelbarer Nähe der Schallquelle (Reifen-Fahrbahn-Kontakt) als auch bei der Ausbreitung des Schalls über dieser Schicht erfolgt daher eine teilweise Aufnahme der Schallenergie und damit eine Pegelminderung.

Um herauszufinden welcher Grad der Lärminderung von einem bestimmten evtl. verschmutzten Belag erwartet werden kann, wurden in den vergangenen Jahren unterschiedliche Methoden angewandt. Neben direkten Methoden, wie z.B. die Messungen des "statistischen Vorbeifahrtpegels" sind darunter auch indirekte, in situ durchführbare Methoden eingesetzt worden.

Ziel der im Vortrag vorgestellten Arbeiten war die Entwicklung eines in situ Verfahrens zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offener Straßenbeläge. Dieses Verfahren sollte dabei auf indirektem Wege quantitative Aussagen über den zu erwartenden "Vorbeifahrtpegel" nach der Methode der "Statistischen Vorbeifahrt" liefern. Dazu sind an mehreren Messorten Werte zur Wasserdurchlässigkeit, zum effektiven spezifischen Strömungswiderstand und zum Schallabsorptionsgrad aufgenommen worden. Die auf diese Weise gewonnenen Messwerte wurden anschließend den jeweiligen Ergebnissen für den "statistischen Vorbeifahrtpegel" gegenübergestellt.

Mi. 11:35 N 1090

Lärmausbreitung: Experimentell

Lärmdatenbank Schweiz - Ein umfassendes Lärmmonitoring für die Schweiz

Kirk Ingold

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

Trotz grossen Anstrengungen der Lärmbekämpfung der letzten zwanzig Jahre - insbesondere bei der Sanierung von bestehenden lärmigen Anlagen - ist das Wissen über die Lärmbelastung in der Schweiz lückenhaft. Zwar ist für Strassen, Eisenbahnen und Flugplätzen eine Darstellung der Lärmbelastungen mittels Lärmbelastungskataster (LBK) vorgeschrieben. Doch sind die LBK primär ein lokales Mittel zur Sanierung und die akustischen Informationen beschränken sich aufgrund der gesetzlichen Vorgaben auf die Angabe von Grenzwertüberschreitungen.

Das BUWAL als Fachstelle des Bundes für Umweltfragen in der Schweiz hat daher ein neues Projekt mit dem Ziel initiiert, ein Lärmdatenbank für die gesamte Schweiz auf Basis eines Geographischen Informationssystems (GIS) zur erstellen. Neben der Lärmbelastung aus Strassen, Eisenbahnen und Flugplätzen sollen damit auch wichtige Informationen über getätigte und geplante Lärmschutzmassnahmen sowie Aussagen zu den gesundheitlichen und wirtschaftlichen Auswirkungen von Lärm möglich sein. Das System wird sodann eine wichtige Rolle bei der Evaluation von Kosten und Nutzen zukünftiger Lärmschutzszenarien spielen. Gleichzeitig ist die EU-kompatible Erhebung und Verarbeitung von Daten geplant, welche die Vergleichbarkeit mit anderen Staaten gemäss der EU-Umgebungsärmrichtlinie 2002/49/EG ermöglichen wird.

Das Vorgehenskonzept zur Erstellung der Lärmdatenbank Schweiz besteht aus zwei Varianten unterschiedlicher Genauigkeitsstufen (GS): Eine Uebersichtsvariante (GS1) soll für die Gesamtschweiz anhand von Modellberechnungen und schnell zugänglichen Daten globale Aussagen zur Lärmbelastung liefern. Mit einer Detailvariante (GS2) werden von ausgewählten Gebieten in der Schweiz genauere Daten erhoben, womit die Genauigkeit der gesamtschweizerischen Aussagen weiter gesteigert werden kann.

Das Projekt erstreckt sich über einen Realisierungshorizont von rund drei Jahren. Nach Projektabschluss im Jahre 2007 sind Erweiterungen und weitere Detaillierungen vorgesehen.

Mi. 12:00 N 1090

Lärmausbreitung: Experimentell

Monitoring der Umweltauswirkungen der flankierenden Massnahmen zur Verlagerung des alpenquerenden Güterschwerverkehrs in der Schweiz

Maria Balmer, Kirk Ingold, Marc-Hermann Schaffner, Klaus Kammer, Hans Bögli

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

Beim Strassenverkehr (bzw. Eisenbahnverkehr) leiden 25% (bzw. 5%) der Schweizer Bevölkerung tagsüber an Lärmimmissionen, die über den Grenzwerten der Lärmschutz-Verordnung (LSV) für Wohnzonen liegen. Trotz Erfolgen in der Emissionsbegrenzung bei Fahrzeugen im Strassenverkehr führt die Verkehrszunahme zu einer Mehrbelastung der Bevölkerung. Einen wesentlichen Beitrag steuert dabei der Güterschwerverkehr bei.

Das Projekt "Monitoring flankierende Massnahmen Umwelt (MFM-U)" untersucht die Umwelt-Auswirkungen des Landesverkehrsabkommens mit der EU sowie der flankierenden Massnahmen zur Verlagerung des alpenquerenden Güterschwerverkehrs. Für das Umweltmonitoring wurden die Bereiche der Luftverschmutzung, des Lärms des Strassen- und Schienenverkehrs und die Auswirkungen auf Natur, Landschaft, Raumentwicklung und Bevölkerung festgelegt.

Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) ist für die Überwachung des Strassenlärms zuständig. Zu diesem Zweck wurden entlang der schweizerischen Nord-Süd-Haupttransitrouten A2 (Gotthard) und A13 (San Bernardino) sechs autobahnnahen Messstationen aufgestellt, die seit Beginn 2003 die Luft- und Lärmbelastung zusammen mit Verkehrs- und Meteorologischen Daten rund um die Uhr aufzeichnen. Die Messstationen werden durch die Kantone betrieben und die Messdaten an eine Messdatenzentrale weitergeleitet. Diese liefert die Daten an die zuständigen Bundesstellen und stellt die Grundlagen für weitergehende Projekte und Auswertungen zur Verfügung.

Ergänzt werden diese Messungen durch spezielle Untersuchungen von IFEC Consultancy (1) und Modellierungen der EMPA (2), um den Anteil des Güterschwerverkehrs an den Lärmemissionen bzw. Immissionen genauer bestimmen zu können. Die gemessenen Daten dienen unter anderem der Überprüfung der berechneten Emissionen.

(1) Siehe Beitrag "Untersuchung auf LKW-sensible akustische Merkmale", D.Bozzolo et al.

(2) Siehe Beitrag "Schätzung der mittleren akustischen Leistungen von Personen und Lastwagen anhand von quellennahen Strassenlärmimmissionsmessungen", K.Heutschi

Mi. 13:30 N 1090

Lärmausbreitung: Experimentell

Zur Angabe der Unsicherheit bei großräumigen Lärmkartierungsprojekten

Heinrich A. Metzen

DataKustik GmbH

In der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) werden bei Immissionsprognosen Angaben zur Unsicherheit der berechneten Pegel gefordert. Aber auch bei großflächigen Lärmkartierungsprojekten ist die Angabe der Unsicherheit der berechneten Lärmverteilung von grundsätzlichem Interesse. Bei Einbeziehung der Unsicherheit in die Lärmkartierung

erhält man eine Aussage über die Rasterpegelwerte, die z.B. auf einem 95%-igen Vertrauensniveau nicht überschritten werden. Diese Maximalwertabschätzung beeinflusst die Pegelverteilung und damit die ggf. zu ermittelnden Einwohnerzahlen in den einzelnen Pegelbereichen. Bei der Prognose von Industrielärm kann die Unsicherheit der Emissionskennwerte aus den Angaben zur Streuung des Schallleistungspegels nach DIN EN ISO 3741 bis 3747 abgeleitet werden. Eine Schwierigkeit besteht darin, Streuungen für parametrisierte Quellen wie Straßen- und Schienenverkehr anzugeben. Aus der Kenntnis von Messergebnissen an Verkehrswegen können Annahmen über deren Streuung abgeleitet werden. Neben den Grundlagen zur Unsicherheit wird schwerpunktmäßig die Anwendung des Konzeptes der Unsicherheit bei Lärmkartierungsprojekten beispielhaft aufgezeigt. Möglichkeiten zur Überprüfung der prognostizierten Streuungen werden dargestellt. So kann durch Übernahme von Meßdaten von automatisch registrierenden Meßstationen in das Berechnungsmodell die Genauigkeit der Immissionsprognose erhöht werden. Es werden dynamische Lärmkarten erzeugt, die auf die aktuell gemessene Verkehrslärmemission Bezug nehmen.

Mi. 13:55 N 1090

Lärmausbreitung: Experimentell

Müssen Emissionsdaten für die Planung von Quellen, die nachts betrieben werden sollen, auch nachts erhoben werden?

Detlef Piorr

Landesumweltamt NRW

Es ist ein bewährter Grundsatz, dass Geräuschemessungen zu denjenigen Zeitpunkten durchgeführt werden, die erwarten lassen, dass die ermittelten Messergebnisse die zu beurteilenden Geräusche zutreffend kennzeichnen. Da es in der Regel keinen Grund gibt, warum die Schallemission einer Quelle bei gleichem Betriebspunkt tags und nachts unterschiedlich sein sollte, werden Schallemissionen in der Regel tagsüber erfasst, auch wenn die erhobenen Daten für die Prognose einer nächtlichen Geräuschimmission eingesetzt werden sollen. Kann diese Erfahrung auch auf Windenergieanlagen übertragen werden oder erfordert die tags und nachts unterschiedliche 'Windqualität' für diese Quellenart ein Umdenken? Die Frage wird anhand von Daten erörtert, welche vom Meteorologischen Institut der Universität Hamburg erhoben wurden.

Mi. 10:20 N 1095

Elektroakustik: Wandler

Piezoelektret-Mikrofone hoher Empfindlichkeit mit gestapelten und geschäumten PolymerfilmenJoachim Hillenbrand, Gerhard Sessler*Universität Darmstadt*

Piezoelektrische Mikrofone auf der Basis von geschäumten und aufgeladenen Polypropylenfilmen, sogenannte Piezoelektret-Mikrofone, wiesen bisher typischerweise Empfindlichkeiten von ca. 2 mV/Pa auf (J. Hillenbrand and G. M. Sessler, Proc. ICA 2004, the 18th Internat. Congress on Acoustics, Vol. I, pp. 349-352). Dieser Wert kann durch die Verwendung von Folienstapeln deutlich verbessert werden. In jüngsten Untersuchungen wurden PP-Filme verwendet, deren piezoelektrische Dickenkonstante im Hörfrequenzbereich zunächst durch ein zweifaches Druckexpansionsverfahren auf $d_{33} = 500$ pC/N gesteigert werden konnte. Derartige Filme wurden dann in Stapeln von bis zu fünf Filmen in Reihenschaltung angeordnet. Mit diesen Wandlern lassen sich nunmehr Empfindlichkeiten von mehr als 10 mV/Pa und äquivalente Rauschpegel von 26 dB(A) erzielen. Weitere Eigenschaften der Piezoelektret-Mikrofone sind die niedrigen nichtlinearen Verzerrungen von weniger als 1 % bei 164 dB(A) sowie die im Ultraschallbereich liegende Resonanzfrequenz. Nachteilig ist die für viele Anwendungen noch unzureichende Ladungsstabilität bei Temperaturen oberhalb von 60°C. Ein großer Vorteil dieser neuen Wandler ist der einfache und unkritische Aufbau, da insbesondere der bei Elektretmikrofonen notwendige Luftspalt entfällt.

Mi. 10:45 N 1095

Elektroakustik: Wandler

Piezoelektrische zelluläre Polypropylenfolien als Mehrschichtwandler: Übertragungsverhalten im hörbaren und Ultraschall-Frequenzbereich

Steffen Bergweiler, Michael Wegener, Reimund Gerhard-Multhaupt

Universität Potsdam, MatNatFak

Piezoelektrische Polymere, wie z.B. Polyvinylidenfluorid (PVDF) und zelluläres Polypropylen (PP), können als Schallsender und -empfänger im hörbaren und Ultraschall-Frequenzbereich eingesetzt werden. Auf Grund ihrer niedrigen akustischen Impedanz erlauben insbesondere die in den letzten Jahren entwickelten

zellulären Piezoelektrika (so genannte Ferroelektrete) eine gute Ankopplung an Luft. Gleichzeitig eröffnet die hohe piezoelektrische Aktivität von typischerweise einigen hundert pC/N bzw. pm/V den zellulären Polymerfolien breite Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere für Luftultraschallanwendungen. Durch die Anordnung mehrerer Piezopolymerfolien übereinander kann die piezoelektrische Aktivität des resultierenden Wandlers deutlich erhöht werden, wobei auch dessen Bauhöhe sehr geringe Werte von unter einem Millimeter aufweist. An einem solchen zweilagigen Mehrschichtwandler als Aktor diskutieren wir das lineare und nichtlineare Übertragungsverhalten im Frequenzbereich von 1 bis 80 kHz. Insbesondere werden die Effekte bei gezielt veränderter Phasenlage der Anregungssignale beider Wandlerfolien betrachtet. Im Frequenzbereich unterhalb von 40 kHz kommt es dabei bei gleicher Phasenlage zur Verdopplung und bei gegenphasiger Ansteuerung zur nahezu vollständigen Auslöschung des abgestrahlten Schalldrucks. Gründe dafür, sowie für die Beschränkung des Verhaltens auf den o.g. Frequenzbereich werden an Hand von gemessenen piezoelektrischen Resonanzen erläutert.

Mi. 11:10 N 1095

Elektroakustik: Wandler

Silicon Microphone for High Volume Consumer Electronic Applications

Bert Zinserling, Peter Loeppert

Knowles Acoustics

More than a billion microphones will be used this year in consumer electronic devices such as cell phones, PDA's, MP3 players and digital cameras. Because standard Electret Condenser Microphones (ECMs) are temperature sensitive, these microphones are either hand placed or inserted with specialized equipment into the applications. MEMS based silicon microphones are tolerant of the high temperatures used in a lead-free solder process and hence are ideal for surface mounting with standard pick and place equipment. The challenge has been to develop a stable, low cost MEMS microphone. This paper will present the design of the Knowles SiSonic microphone utilizing a separate MEMS and CMOS which has yielded a higher flexibility and lower cost than proposed integrated solutions. The MEMS die size is driven by scaling issues and performance requirements. The CMOS die contains charge pump for the back plate and a scalable amplifier

with low output impedance. The microphone packaging in Surface Mount Technology has been developed to facilitate batch fabrication and high speed automated testing.

Mi. 11:35 N 1095

Elektroakustik: Wandler

Untersuchung der Gehäuseschwingung bei Tieftonlautsprechern

Gottfried Behler

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Der Stabilität von Lautsprechergehäusen wird in der Regel von Seiten der Kunden aber auch der Hersteller eine große Bedeutung beigemessen. Gehäuseaufbauten mit gewaltigen Wandstärken wird eine höhere Klangqualität zugebilligt, als dünnwandigen Gehäusen. Wie stark der Einfluß der Gehäuseschwingung auf den Klang ist, kann objektiv nur schwer abgeschätzt werden. Messtechnische Untersuchungen liegen kaum vor, da die benötigte apparative Ausstattung teuer und der Messaufwand beträchtlich ist. In der hier vorgestellten Untersuchung wurde ein Tiefton-Lautsprecherchassis in Gehäusen mit stark unterschiedlichen Stabilitäten betrieben und die Gehäuse sowie die Membran laservibrometrisch untersucht. Mit Hilfe der BEM wurde die Abstrahlung der einzelnen Gehäusewandungen separat von der Membranabstrahlung berechnet. Hierdurch konnten die für den Klang beteiligten Einflußfaktoren unabhängig voneinander untersucht und dargestellt werden.

Die so gefundenen Ergebnisse können als Frequenzgänge beurteilt werden. Noch interessanter ist allerdings die Möglichkeit, Impulsantworten für die unterschiedlichen Beiträge zu berechnen und diese mit Hilfe von geeigneten Klangbeispielen zu auralisieren.

Mi. 12:00 N 1095

Elektroakustik: Wandler

Wie wirken Moden höherer Ordnung am Horntreiber- und am Hornausgang auf die Schallabstrahlung von Hornlautsprechern?

Michael Makarski

Institut für Technische Akustik

Messungen der Schnelleverteilung am Übergang vom Horntreiber zum Horn haben ergeben, dass der ebenen Welle Moden

höherer Ordnung überlagert sind. Einsatzfrequenz und Amplitude variieren und sind vor allem vom untersuchten Treibertyp abhängig. Um quantitative Aussagen über die Partizipationsfaktoren machen zu können, wurden die Messdaten durch eine modale Dekomposition weiter untersucht. Die modale Basis wird durch das Modensystem des schallhart begrenzten zylindrischen Rohres gebildet.

Für die Wirkung auf das Schallfeld einer Mode sind drei Kriterien von Belang: 1. Wieviel Leistung kann durch eine Mode übertragen werden? 2. Wie ist diese Leistung im Schallfeld verteilt? 3. Wie groß ist der Partizipationsfaktor in Bezug auf die Fundamentalmode?

Es werden erste Ergebnisse und Schlussfolgerungen präsentiert.

Mi. 10:20 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Anwendung der Musiktheorie auf Geräuschdesign

Norio Kubo, Völer Mellert, Reinhard Weber, Jens Meschke
Volkswagen AG

Die Anwendung der Musiktheorie auf Maschinengeräusche wird aktuell diskutiert.

Zur Verbesserung der Geräuschqualität von Motoren wird untersucht, ob die Theorie der Harmonie funktionieren kann. Bis jetzt gibt es nur wenige Untersuchungen zur Musiktheorie, die Hinweise zur Verbesserung der Geräuschqualität geben. Der vorliegende Artikel konzentriert sich darauf den Geräuscheindruck "sportlich" eines Fahrzeuges durch die Theorie zu untersuchen und quantitatives Verbesserungspotenzial aufzuzeigen. Motoren-geräusche haben verschiedene harmonische Klänge als Motorordnungen. Normalerweise beurteilt man die Geräusche nach den Eigenschaften der Hauptordnung. Um die Beziehung zwischen Hauptordnung und sonstigen Ordnungen zu analysieren, werden die Geräusche so modifiziert, dass sie nur eine dominierende Ordnung aufweisen. Dann wird wie in der Musiktheorie eine zusätzliche Ordnung beigegeben. Mit harmonischen Klängen wird die Anwendung der Methode auf ihre Verbesserung des Geräuscheindrucks "sportlich" untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Musiktheorie für Geräuschdesign von Motoren-geräusche anwendbar ist. Jedoch sind die musikalischen Töneindrücke, wie Konsonant und Dissonant, bei der Beschreibung des Geräuscheindrucks "sportlich" ohne Bedeutung. Stattdessen sind Unterschiede von einer halben bzw. ganzen Oktave zwischen Hauptordnung und zusätzlichen Ordnungen entscheidend.

Mi. 10:45 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Objektivierung subjektiver Fahreindrücke - Methodik und Anwendung - Benchmarking der Leerlaufgeräuschqualität von Personenkraftwagen -Klaus Becker, Michael Haal*Institut für Fahrzeugtechnik*

Die Objektivierung subjektiver Fahreindrücke stellt eine wichtige Aufgabe im Rahmen der modernen Fahrzeugentwicklung dar. Die subjektive Wahrnehmung der Geräuschqualität in Fahrzeugen durch die Kunden ist ein multimodaler Prozess, der objektiv nur schwer erfassbar ist.

Durch Anwendung statistischer Verfahren wie Clusteranalyse, multipler linearer Regression und Faktorenanalyse lassen sich die subjektiven Kundenurteile aus objektiv messbaren Größen herleiten.

Die anzuwendende Methodik wird detailliert am Beispiel einer Untersuchung der Leerlaufgeräuschqualität von Personenkraftwagen dargestellt, da diese einen erheblichen Anteil an der Beurteilung des Fahrzeugkomforts durch die Kunden hat. Die Validierung der Methodik erfolgt auf einer breiten Datenbasis bezüglich der Anzahl der untersuchten Fahrzeuge (26 Fahrzeuge mit Benzinmotoren von Kleinwagen bis obere Mittelklasse) sowie der befragten 70 Probandinnen und Probanden. Für die subjektive Beurteilung kommt die Random-Access-Methode zum Einsatz. Die objektive Analyse basiert auf einer Vielzahl von psychoakustischen Auswerteparametern.

Die Güte der Korrelation von subjektiver und objektiver Bewertung wird intensiv analysiert. Abschließend werden die Grenzen der hier angewendeten Methodik bezüglich der Vorhersage der Leerlaufgeräuschqualität vorgestellt.

Mi. 11:10 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Subjektive Bewertung der Tonhaltigkeit in der FahrzeugakustikHans Hansen, Reinhard Weber, Uwe Letens*CvO-Universität Oldenburg, Institut für Physik*

Fahrzeuggeräusche können starke tonale Komponenten aufweisen. Die Frequenzen sind meist proportional zur Motordrehzahl, z.B. Getriebeheulen oder Kettenheulen. Jedoch gibt es durchaus auch andere Phänomene, welche nicht diese charakteristische Abhängigkeit aufweisen, sondern lediglich bei einer Frequenz

oder gar unabhängig von der Motordrehzahl auftreten. Zudem handelt es sich um zeitlich begrenzte aber variierende Phänomene. Zur Quantifizierung der verschiedenen Phänomene werden psychoakustische Versuche durchgeführt. Im Vortrag werden die Ergebnisse eines Hörtest, in dem die Versuchspersonen auf einer Kategorienskala Tonhaltigkeiten von Fahrzeuggeräuschen beurteilen, vorgestellt. Die zu beurteilenden Fahrzeuggeräusche decken nicht nur die in Fahrzeugen üblicherweise auftretende Stärke der Tonhaltigkeit ab, sondern auch die verschiedenen Erscheinungsformen. Des Weiteren werden die Ergebnisse einer Untersuchung zum Einfluss der verschiedenen tonalen Komponenten auf die Geräuschqualität vorgestellt. Produktgeräuschqualität wird über die konnotative Bedeutung erfasst, die durch ein semantisches Differential gemessen wird. Als Stimuli werden längere Ausschnitte von Fahrzeuggeräuschen gewählt, um das tonale Ereignis in einen Zusammenhang einzubetten. Ziel dieses Versuches ist die Aufdeckung des Zusammenhanges zwischen der Stärke der Tonhaltigkeit und der Produktgeräuschqualität.

Mi. 11:35 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Zur Rauigkeit von automobilen Abgasmündungsgeräuschen

Frank Castor, Jan Krüger, Roland Geers

J. Eberspächer GmbH & Co. KG

Beim Kauf eines Automobils spielen emotionale Komponenten neben technischen und wirtschaftlichen Aspekten meist eine ebenso bedeutende Rolle. Zu diesen emotionalen Komponenten gehört auch der Klang der Abgasanlage. Da der Vorbeifahrtspegel durch den Gesetzgeber limitiert wird, ist eine Betonung der Sportlichkeit durch eine ausschließliche Pegelanhebung meist nicht möglich. Dieser Beitrag beschäftigt sich daher mit dem Einfluß der objektiv meßbaren psychoakustischen Größe Rauigkeit und der subjektiv wahrgenommenen Rauigkeit der Abgasmündungsgeräusche auf die empfundene Sportlichkeit. Hierzu wurden physikalische Meßgrößen und psychoakustische Parameter mit den subjektiven Geräuschbeurteilungen verglichen. Im Rahmen eines umfangreichen Hörversuches beurteilten Probanden diverse Rollenprüfstandsmessungen von Mündungsgeräuschen verschiedener Fahrzeuge mit 6-

und 8-Zylindermotoren. Neben diesen Originalgeräuschen wurden auch gezielt veränderte Sounds mit modifizierten Rauigkeiten auf gleichem Pegelniveau dargeboten. Im subjektiven Höreindruck wurde jeweils zwischen Rauigkeit und Sportlichkeit differenziert und eine statistische Auswertung vorgenommen.

Mi. 12:00 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Subjektive Bewertung von instationären Funktionsgeräuschen in der Fahrzeugakustik

Robert Liebing, Reinhard Weber

BMW AG

Die Bedeutung von Geräuschen bei der Entwicklung eines Kraftfahrzeugs hat in den letzten Jahren immens zugenommen. So gehört zum hochwertigen Eindruck eines Automobils heutzutage auch eine dem Fahrzeugtyp entsprechende Akustik. Insbesondere zeitlich veränderliche Funktionsgeräusche wie z.B.: Motorakustik, Blinker- und Türgeräusche werden neben stationären Schallen wie z.B.: Windgeräuschen regelrecht designt. Dabei spielt die richtige Vorgabe des Zielgeräuschs (target sound) eine wesentliche Rolle. Aufgrund der naturgemäß subjektiven Empfindung von Zielgeräuscheigenschaften, muss bei der Zielfindung sichergestellt werden, dass die Einschätzung der Entwickler mit der Beurteilung durch Kunden übereinstimmt. Um dies beispielhaft zu überprüfen, führt man Hörvergleiche mit sich zeitlich sehr schnell veränderlichen Türgeräuschen durch. Dabei bewerten sowohl fachfremde Probanden als auch Fachleute eine Reihe von Öffnungs- und Schließzyklen mit Hilfe eines semantischen Differentials. Der Vortrag stellt Ergebnisse dieser Hörtests vor und vergleicht die Bewertungen ausgesuchter Adjektivpaare mit objektiv messbaren Parametern.

Mi. 13:30 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Psychometrische und akustische Analyse von Zielgeräuschen auf der Basis von ISO362-Vorbeifahrten

Rudolf Bisping

SASS acoustic research & design GmbH

Ein wesentliches Ziel des Teilprojekts Wirkungsforschung im Rahmen des BMBF-Projekts Leiser Verkehr ist die Ableitung von Empfehlungen zur Verringerung der akustischen Belastung

durch Verkehrslärm. Der Erstellung und Analyse von Zielgeräuschen kommt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselfunktion zu, denn ihre akustischen Merkmale stehen in einem kausalen Zusammenhang mit technischen Eigenschaften der Quelle, z.B. des Motors bei Kraftfahrzeugen. Zum diesem Thema werden im Vortrag die Ergebnisse einer mehrstufigen experimentellen Vorgehensweise präsentiert

Zunächst wurde die Geräuschemission von 10 Fahrzeugen (4-, 6-, 8-Zylinder) nach ISO362 im 2. und 3. Gang gemessen. In einem zweiten Schritt wurde für diese Geräusche mittels Faktorenanalyse der psychometrische Beurteilungsraum einer Stichprobe von Probanden untersucht. Als Resultat ergab sich, daß die Varianz der Daten im wesentlichen durch 4 Dimensionen (Dynamik, Akzeptanz, Impulshaltigkeit und Tonhöhe) erklärt werden kann. In einem dritten Schritt wurden akustische Korrelate der Beurteilungsdaten untersucht, wobei sich signifikante Beziehungen insbesondere zur Dimension der Dynamik und der Akzeptanz ergaben. Diese Zusammenhänge dienen als Grundlage für weitere Schritte, bei der gezielt einzelne akustische Faktoren, z.B. dominante tieffrequente Motorordnungen, experimentell variiert und in Hinsicht auf ihre psychometrische Wirkung untersucht werden.

Mi. 13:55 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Vorhersage des Windgeräusches bei Reduktion der Fensterscheibendicke

Fred Nentwich

Liebherr-Transportation Systems GmbH

Das Fahrgeräusch eines PKWs nimmt bei der subjektiven Beurteilung durch Fahrer und Fahrgäste einen hohen Stellenwert ein. Jede Konstruktionsänderung ist deshalb bezüglich ihrer akustischen Auswirkung zu kontrollieren. Durch dünnere Fensterscheiben sollen 4kg an Gewicht eingespart werden. Anhand eines Modells soll vorhergesagt werden, wie die Modifikation sich auf das Windgeräusch auswirkt. Das Windgeräusch wird bei originalen Scheiben im Fahrzeug gemessen. Das Modell einer gedämpften dünnen Wand liefert eine Abschätzung, wie die Reduktion der Scheibendicke den Schalldurchgang verändert. Damit kann das Windgeräuschspektrum bei modifizierten Fensterscheiben prognostiziert werden. Anhand psychoakustischer Modelle wird eine Zunahme von Lautheit und Schärfe vorhergesagt. Zur Validierung wird das Windgeräusch bei modifizierten Scheiben gemessen und physikalisch sowie psychoakustisch dem Windgeräusch bei originalen Scheiben gegenübergestellt. Die erwartete

Lautheitszunahme wird durch den Hörversuch bestätigt. Weiters vermag das Modell die Änderungen des Spektrums, die durch die Reduktion der Scheibendicke hervorgerufen werden, auch im Resonanzbereich quantitativ zu beschreiben.

Mi. 14:20 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Verfahren zur Trennung und Auralisation harmonischer und stochastischer Signalanteile

Philipp Heck, Uwe Letens, Malte Kob

RWTH Aachen, UKA - Phoniatrie

In vielen Bereichen der Signalverarbeitung werden für Merkmalsextraktionen die harmonischen Anteile akustischer Signale als Grundlage genutzt. Dies wird beispielsweise bei einigen Grundfrequenzbestimmungsverfahren in der Sprachsignalverarbeitung oder in der Fahrzeugakustik für die Bestimmung der Motordrehzahl angewandt. Auch objektive und perzeptive Beurteilungsverfahren können von der Aufspaltung des Signals in einen stochastischen und einen harmonischen Anteil profitieren. Bei bisherigen Methoden zur Signaltrennung wird häufig eine starke Harmonizität vorausgesetzt. Der hier vorgestellte Algorithmus ist universell für beliebige Signale mit harmonischen Anteilen einsetzbar, da er keine a priori Informationen über das zu analysierende Signal voraussetzt. Somit ist der Algorithmus besonders für Fahrzeuggeräusche geeignet, die oft nur schwache harmonische Anteile aufweisen. Mit Hilfe eines intelligenten Klassifikationsverfahren kann aus den im Signal detektierten harmonischen Anteilen eine zusammenhängende zeitvariante harmonische Struktur gewonnen werden. Aus dieser Struktur werden anschließend Parameter extrahiert, die sowohl für eine harmonische Signalsynthese als auch für die Steuerung einer Filterbank zur Extraktion des stochastischen Signalteils genutzt werden. Der Algorithmus wurde für die Anwendung in der Fahrzeugakustik entwickelt und daraufhin optimiert. Allerdings sind auch andere Anwendungen des Verfahrens denkbar wie die Trennung zum Gesamtsignal beitragender Musikinstrumente oder die Extraktion tonaler Schallquellen aus rauschbehafteter Umgebung.

Mi. 14:45 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

"Eek-Noise" - ein komplexes Geräuschphänomen moderner PKW-Kupplungssysteme

Carsten Mohr, Andreas Anstatt, Andreas Kiesel

*LuK GmbH & Co. oHG***Eek-Noise - ein komplexes Geräuschphänomen moderner PKW-Kupplungssysteme**

Als Eek-Noise wird ein dumpfes Heulgeräusch bezeichnet, welches bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe beim Einkuppeln in der trockenen Anfahrkupplung entstehen kann.

Obwohl das Geräuschphänomen bei vielen Herstellern schon lange bekannt ist und bei einzelnen Fahrzeugmodellen immer wieder zu Beanstandungen bis hin zu unnötigem Kupplungswechsel führt, sind die genauen Geräusch-Ursachen und die wesentlichen Zusammenhänge noch nicht endgültig geklärt. Zweifellos gerät dabei die Anpressplatte in Schwingungen wobei die Kopplung von Axial- und Kippschwingungen eine maßgebliche Rolle spielt. Mittels experimenteller Modalanalyse wurden diese Effekte gemessen und auf einem zunächst einfachen Prüfstands-Aufbau auch unter Betriebsbedingungen bestimmt. Der Einfluss zahlreicher geometrischer Parameter der Kupplung sowie der Reibpaarung auf das Eek-Geräusch wurden an diesem Aufbau untersucht und die gewonnenen Ergebnisse mittels eines einfachen Modells nachgebildet.

Fahrzeugversuche zeigten jedoch teilweise völlig gegensätzliche Zusammenhänge. Anhand eines mathematischen Modells werden zwei Mechanismen zur Selbstanregung der Kupplung mit der zwischen Anpressplatte und Kupplungsscheibe wirkenden Reibung als Energiequelle vorgestellt, was Parallelen zu dem eng verwandten Phänomen des Bremsenquietschens aufzeigt.

Mittels eines speziell aufgebauten Hydroshakers wurde versucht, das Phänomen durch Anregung der Kupplung über das Ausrücksystem nachzubilden und den Einfluss des Ausrücksystems zu bestimmen.

Spezifische Abhilfemaßnahmen gegen das Eek-Geräusch werden vorgestellt und deren Verbesserungspotential anhand von Messungen aufgezeigt.

Mi. 15:10 N 1179

Fahrzeugakustik: Geräuschqualität

Bestimmung der Sprachübertragungsqualität unter Motorradhelmen

Jörg Rothhämel, Gerd Janke, Oliver Schimpf

Schuberth Engineering AG

Die Qualität der Kommunikation unter Motorradhelmen wird maßgeblich durch die strömungsmechanisch erzeugten Windgeräusche beeinträchtigt. Leise Helme, d.h. Helme mit niedrigen Windgeräuschen, führen zu einer besseren Wahrnehmung von Umweltsignalen und zu entspannterem und auf längere Sicht auch ermüdungsfreierem Fahren. Für eine gute bidirektionale elektroakustische Kommunikation ist ein leiser Helm nicht nur am Ohr sondern insbesondere am Mund notwendig. Denn während das Signal-/Rauschverhältnis am Ohr durch eine Regelung des Lautsprecher-Schalldruckpegels auch in einem lauten Helm konstant gehalten werden kann, ist dies beim Mundmikrofon so nicht möglich. Durch akustisch optimierte Helme ist eine Kommunikation bei Geschwindigkeiten bis über 200 km/h, in der Formel 1 sogar bis 320 km/h möglich. Die elektronische Filterung moderner Kommunikationsanlagen wird durch niedrige Störgeräusche positiv unterstützt. Zur Bestimmung der beiden akustischen Übertragungskanäle 'Lautsprecher - Ohr' und 'Mund - Mikrofon' werden verschiedene Helme im Akustikwindkanal getestet. Die Sprachübertragungsqualität wird mittels Speech Transmission Index (STIPA) bei unterschiedlichen Konfigurationen bestimmt.

Mi. 13:30 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Bezugsschwellen für audiometrische Kurzzeitsignale - Messungen mit Kurztönen (Tonbursts)

Thomas Fedtke, Utz Richter

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Für objektive Messungen des menschlichen Hörvermögens, wie z.B. solche mittels Hirnstammaudiometrie (BERA) oder otoakustischer Emissionen (OAE) sind in der Norm IEC 60645-3 zwei verschiedene Bezugssignale vorgesehen: Clicks und Kurztöne. Um vergleichbare Hörschwellen zu messen und die entsprechenden Geräte kalibrieren zu können, sind Bezugs-Hörschwellen für mit diesen Signalen betriebene Schallwandler erforderlich. Während Bezugsschwellen für die Clicks bereits genormt werden (ISO/CD 389-6), gibt es bis jetzt noch keine entsprechenden

Werte für Kurztöne. Der Hauptgrund dafür sind fehlende Messdaten. In der PTB laufen zur Zeit Messungen mit verschiedenen audiometrischen Wandlern unter Anwendung der von der ISO empfohlenen Prüfbedingungen. Ergebnisse für die ersten untersuchten Kopfhörer werden in dieser Arbeit vorgestellt.

Mi. 13:55 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Einfluss der Gehörgangsform auf die Transformationseigenschaften des Gehörgangs

Herbert Hudde, Michael Müller

Inst. für Kommunikationsakustik

Den Anlass zu dieser Untersuchung lieferte das häufige Versagen einer früher publizierten Methode, den Schalldruck am Trommelfell aus Schalldruckmessungen am Eingang des Gehörgangs bestimmen zu können. Die Bestimmung bzw. die gezielte Einstellung des Schalldrucks am Trommelfell ('trommelfellbezogene Audiometrie') ist ein lang gehegter Wunsch zur Verbesserung der Audiometrie und der Aussagekraft psychoakustischer Messungen. Kern der Methode ist die Bestimmung der Querschnittsfunktion des Gehörgangs entlang seiner Mittelachse. Aus der Verschiebung der Null- und Polstellen der Eingangsimpedanz des Gehörgangs gegenüber dem Fall eines Rohres mit konstantem Querschnitt lässt sich der Querschnittsverlauf des individuellen Gehörgangs schätzen. Während die Methode an Messingröhrchen unterschiedlichen Querschnittsverlaufs gute Ergebnisse zeigt, versagt sie häufig bei realen Gehörgängen. Die Bestimmung der Querschnittsfunktion beruht letztlich auf der Auswertung von Reflexionen, die durch den variierenden Querschnitt hervorgerufen werden. Es kam der Verdacht auf, dass zusätzliche Reflexionen durch Formänderungen entstehen, insbesondere durch die erheblichen Biegungen des Gehörgangs. Von der Websterschen Differenzialgleichung für die Schallausbreitung in inhomogenen Rohren wird nämlich nur die Größe des veränderlichen Querschnitts, nicht aber seine Form berücksichtigt. Im Vortrag wird anhand numerischer Simulationen mit finiten Elementen gezeigt, dass sich der genannte Verdacht erhärtet hat. Die Konsequenzen aus diesem Ergebnis werden diskutiert.

Mi. 14:20 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Systematische Fehler bei akustischen GehörgangsmessungenSebastian Schmidt, Herbert Hudde*Inst. für Kommunikationsakustik*

Die Messung von akustischen Größen wie der Eingangsimpedanz des menschlichen Gehörgangs ist ein wesentliches Werkzeug bei audiologischen Untersuchungen. Die Definition dieser Größen im Eingangsbereich des Gehörgangs ist jedoch problematisch. Es stellt sich die Frage, inwieweit der Begriff einer regelrechten Wellenimpedanz $Z=p/v$ beim Einfall von Schall in die Ohrmuschel gerechtfertigt werden kann. Einerseits müsste für alle Frequenzen eine Fläche existieren, auf der in der Ebene nur kleine Druckänderungen auftreten, andererseits soll in dieser Fläche die Teilchenschnelle gleichfalls nach Betrag und Richtung nahezu konstant sein. Dieses eindimensionale Modell einer Eingangsimpedanz kann die durch die kompliziert geformte Pinna bewirkte Einkopplung einer Schallwelle in den Gehörgang jedoch nicht nachbilden. Eventuell ausbreitungsfähige höhere Moden werden ebenfalls nicht berücksichtigt. Zudem wird in einer akustischen Untersuchung des Gehörgangs ein Meßgerät verwendet, das an den Gehörgang angekoppelt werden muß. Die so gegebene akustische Situation unterscheidet sich wesentlich vom Fall einer freien Pinna. In der vorliegenden Untersuchung wurde die dem BOHEAR-Modell eigene Pinna in einer Finite-Elemente-Analyse genutzt, um das eindimensionale akustische Modell des Außenohrs auf Realitätsstreue zu prüfen. Die Ohrmuschel wurde dabei als schallhart angenommen, um lediglich Effekte der Schallfeldgeometrie zu simulieren. Die Analyse der Ergebnisse zeigt die Probleme bei Verwendung der eindimensionalen Modellvorstellung am Außenohr auf und vergleicht die akustischen Eigenschaften des mit einem Meßgerät versehenen Gehörgangs mit denen des freien Außenohrs.

Mi. 14:45 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Aspekte der KnochenschallleitungHenning Taschke, Herbert Hudde*Lumberg Connect GmbH & Co. KG*

Gibt es jenseits der klassischen Vorstellungen alternative Wege, auf denen Knochenschall übertragen werden kann? Wie groß ist

die Differenz der Hörschwellen von Luft- und Knochenschallleitung tatsächlich? Wie kommt es zum negativen Verschlussseffekt? Existiert die Carhart-Senke? Diese Fragestellungen zum Thema Knochenschall wurden mit dem Bochum Head and Ear Model (BOHEAR) bearbeitet, einem Finite-Elemente-Modell des Kopfes und des peripheren Gehörs. Das Modell erlaubt es, die Knochenschallkomponenten von Außen-, Mittel- und Innenohr unter realistischen Randbedingungen separat zu berechnen und detailliert zu analysieren. Insbesondere in neuerer Zeit taucht die Frage auf, ob Knochenschall auch über das sog. dritte Fenster, d.h. die perineuralen und -vasculären Verbindungen zwischen Innenohr und Gehirnraum, übertragen werden kann. Durch die Abbildung des Ductus und des Saccus endolymphaticus in BOHEAR konnte gezeigt werden, dass dies durchaus möglich ist. Bei den in der Literatur bekannten Messungen der Luft-Knochenleitungsdifferenz wurde stets die Außenohrkomponente verändert oder gar unterdrückt, um keinen Luftschall ins Ohr dringen zu lassen. Modellrechnungen zeigen die Auswirkungen der getroffenen Maßnahmen und machen Voraussagen dazu wie die Schwellendifferenz wahrscheinlich wirklich aussieht. In diesem Zusammenhang wird auch der (negative) Verschlussseffekt beschrieben, der durch Berechnungen mit verschiedenen Einstecktiefen von schallharten Verschlüssen in den Gehörgang untersucht wurde. Die Existenz der Carhart-Senke ist bis heute strittig. Anhand der Nachbildung von otosklerotischem ovalen und runden Fenster wurde versucht zu diesem Punkt eine Antwort zu finden.

Mi. 15:10 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Schwingungsformen der menschlichen Ossikelkette bei Knochenschallanregung

Yvonne Curdes, Henning Taschke, Herbert Hudde

Inst. für Kommunikationsakustik

Mit dem Bochumer Finite-Elemente-Modell BOHEAR (BOchum Head and EAR), das einen menschlichen Kopf inklusive des peripheren Hörorgans nachbildet, können verschiedene Fragestellungen zu den Mechanismen der Luft- und Knochenschallleitung bearbeitet werden. Bei den Untersuchungen zur Knochenschallleitung werden die Außen-, Mittel- und Innenohrkomponente separat betrachtet und berechnet. So ist es möglich, den Einfluss der einzelnen Komponenten auf das Schwingungsverhalten der Ossikelkette getrennt zu untersuchen. Im Gegensatz zu vielen

in der Literatur dargestellten Messungen und Modellrechnungen werden die Betrachtungen unter realistischen Randbedingungen, d.h. mit Cochlea, (verformbarer) Paukenhöhle und Außenohr, durchgeführt. Die Anregung erfolgt über einen Druck auf der gesamten Schädeloberfläche bzw. durch punktuelle Kraftanregungen an Stirn und Schläfenbein (contra- und ipsilateral). Die sich daraus ergebenden Bewegungsformen der Mittelohrknöchelchen werden im Vortrag dargestellt, und ihr Einfluss auf die Gesamtknochenschallleitung für die einzelnen Anregungsfälle wird diskutiert. Dabei wird zwischen der Absolutbewegung und der Relativbewegung in Bezug auf das umliegende Gewebe unterschieden, da für die Wahrnehmung des Knochenschalls lediglich die Relativbewegung entscheidend ist. Im Vortrag werden beide Bewegungsformen für verschiedene Frequenzen anhand von Animationen miteinander verglichen und die Abhängigkeit der relativen Bewegung von der absoluten Bewegung diskutiert. Zusätzlich werden die an den Randpunkten des Trommelfells und der Stapesfußplatte sowie den Ansatzpunkten der Bänder und Muskeln an der Paukenhöhle auftretenden Bewegungen für die einzelnen Fälle vorgestellt.

Mi. 16:00 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Reflexschwellenunterschiede in Abhängigkeit cochleärer Schädigung

Matthias Müller-Wehlau, M. Mauermann, Birger Kollmeier
Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Es konnte gezeigt werden, dass die Stapediusreflexschwelle unter Verwendung der Niedrigpegel-Reflexaudiometrie (NPRA, Neumann et al., 1996) für verschiedene, speziell generierte Stimuli deutliche Unterschiede zwischen normalhörenden Probanden und Probanden mit flachem Hörverlust (ca. 50 dB) aufweist (Müller-Wehlau et al., 2004). Zur Stimulation wurden Tonkomplexe mit identischen Leistungsspektren aufweisen, aber unterschiedlicher Phasencharakteristik verwendet: (a) Tonkomplexe mit chirp-artigen Zeitsignal, die analog zu den von Dau et al. (2000) verwendeten Chirps bei ABR-Messungen eine Kompensation der Basilarmembrandispersion bewirken (BMTK), (b) deren zeitlich invertierte Form (iBMTK) und (c) Stimuli mit zufälliger Phase der enthaltenen Frequenzkomponenten (rTK). Zwischen normal- und schwerhörenden Probanden ergeben sich für

die Stapediusreflexschwellen drei charakteristische Unterschiede: (i) Normalhörende zeigen eine deutliche Differenz der Reflexschwelle zwischen iBMTK und BMTK (ca. 16 dB) die sich bei Schwerhörnden auf ca. 6 dB reduziert (ii) einen deutlichen Abfall der Reflexschwelle für iBMTK-Stimuli in Abhängigkeit von der Anzahl der im Tonkomplex enthaltenen Frequenzkomponenten bei Normalhörenden, der bei Hörgeschädigten so nicht zu beobachten ist und (iii) eine Reflexschwelle für die rTK-Stimuli, die bei normalhörenden Probanden im Bereich der BMTK-Schwellen liegt während sie bei schwerhörnden Versuchspersonen signifikant höher ist. Die signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchspersonengruppen reflektieren den Einfluss der cochleären Schädigung auf die Reflexschwellen. Ziel der vorliegenden Studie ist es zu untersuchen in welchem Umfang sich verschiedene Hörverluste in den charakteristischen Unterschieden widerspiegelt. Dazu wurden Stapediusreflexmessungen mit BMTK, iBMTK und rTK in vier Probandengruppen mit unterschiedlichem Hörvermögen durchgeführt: (1) Probanden mit Hochtonschwerhörigkeit (2) Tieftonschwerhörigkeit, (3) flachem Hörverlust und (4) normalem Hörvermögen.

Mi. 16:25 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Temporäre und permanente Innenohrschäden nach Einwirkung von Freizeit-Lärm (Kinderspielzeugpistolen, Rockmusik). Experimentelle Studien.

Kerstin Lamm, Christinae Michaelis, Renate Scheler, Hans-Joachim Steinhoff, Wolfgang Arnold

TU München, Klinikum rechts der Isar, HNO-Klinik

In der vorliegenden Arbeit wurden die temporären und permanenten Hörschwellenabwanderungen (TTS, PTS) und morphologischen Innenohrschäden nach Knalltraumata mit Spielzeugpistolen (1-6 kHz, 150-153 dB[lin], 8 Schüsse, 1/min, 10 cm Abstand zum linken Ohr, n=25) und Impuls-Schallbelastungen mit Rockmusik (1-16 kHz, Mittelungspegel 106 dB[A], 2 x 2,5 Stunden, n=17) systematisch untersucht. Die Hörschwellen wurden mit Hilfe der Hirnstammaudiometrie (BERA) und den Distorsionsprodukten der otoakustischen Emissionen (DPOAE I/O functions) bei 1,5; 2; 3; 4; 6; 8; 12 und 16 kHz vor und nach den Schallexpositionen bis zum 21. Tag bestimmt. Zudem wurden Fluoreszenz-Zytokochleogramme erstellt, um die Haarzellschäden zu quantifizieren. Unmittelbar nach den Knalltraumata waren 54% der äußeren Haarzellen (OHCs) in der 3-5 kHz Region

rupturiert; ab dem 7. Tag fehlten auch 15% der inneren Haarzellen (IHCs). Die TTS betrug unmittelbar nach den Knalltraumata 29-50 dB bei 1.5-16 kHz. Eine partielle Erholung trat nur in den ersten 3 Tagen auf, so dass eine maximale PTS um 32-34 dB bei 3-4 kHz und eine moderate PTS um 16-24 dB in den benachbarten Frequenzen verblieb. Nach den Beschallungen mit Rockmusik wurden keine morphologisch sichtbaren Schäden an den OHCs oder IHCs festgestellt. Dennoch betrug die TTS 47-58 dBHL bei 3-16 kHz. Innerhalb von 24 h kam es zu einer partiellen Hörerholung, danach nicht mehr. Nach 21 Tagen betrug die PTS 28-42 dBHL bei 6-16 kHz. Diese Befunde deuten auf neue Aspekte permanenter zellulärer Funktionsstörungen im Hörsystem. Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG La 670/4-1/4-2.

Mi. 16:50 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Ein neues Verfahren zur Untersuchung des Sprachverstehens im Störgeräusch bei Kindern: Die Regensburger Variante des Oldenburger Kinderreimtests.

Thomas Steffens

Universitäts-HNO-Klinik Regensburg

Die pädaudiologische Sprachaudiometrie im Störgeräusch hat sich seit einigen Jahren vor allem in der vergleichenden Begutachtung von Hörhilfen und bei der Untersuchung zentraler Hörfunktionen etabliert. Die üblicherweise in der Pädaudiologie eingesetzten Mainzer- und Göttinger Tests sind grundsätzlich nur für Untersuchungen in Ruhe konzipiert und für Analysen im Störgeräusch ungeeignet, denn sie besitzen keine Aufmerksamkeitssteuerung auf das Zielwort. Somit kann bei der Durchführung dieser Einzelwort-Tests im Störgeräusch bei einem falsch verstandenen Zielwort nicht beurteilt werden, ob das Kind den Fehler aufgrund einer Hörstörung gemacht hat oder weil es schlicht den Wortanfang verpasste. Der vor kurzem entwickelte Oldenburger Kinderreimtest (OLKI) bot sich durch seine Verwendung eines Ankündigungssatzes zur Konzentrationslenkung auf das Zielwort formell als Kandidat eines Testverfahrens im Störgeräusch an, jedoch wird er von seinen Entwicklern ebenfalls explizit nur zum Einsatz in Ruhe vorgesehen. An der Universitäts-HNO-Klinik Regensburg entstand daraufhin eine Weiterentwicklung des OLKI für Untersuchungen im Störgeräusch, die "Regensburger Variante". Dazu wurden die stark schwankenden Zielwortpegel des originalen Testmaterials auf der Basis des impulsgewichteten maximalen RMS-Pegels jedes Zielwortes ausgeglichen und ein

sprachsimulierendes, stationäres Rauschen (ICRA1) hinzugefügt.

In diesem Beitrag werden die Diskriminationsfunktion in Abhängigkeit von Sprach-Störgeräusch-Verhältnis von normalhörenden und Kindern mit Hörgeräten, sowie Ergebnisse zum Sprachverstehen im Störgeräusch bei Kindern mit Verdacht auf eine zentral-auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung vorgestellt.

Mi. 17:15 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Localization in simulated reverberant space with cochlear implants and hearing aids

Bernhard Seeber, Ervin Hafter

Auditory Perception Lab, UC Berkeley

The Simulated Open Field Environment (SOFE) creates realistic auditory scenes with simulated sources and echos inside an anechoic chamber. By playing sources and echoes from 48 horizontally arranged loudspeakers the subject is unencumbered by headphones and listens in the free-field through their own, 'perfect' head-related transfer functions. This allows us to directly compare the results from normal hearing subjects against results from subjects with a hearing aid or a cochlear implant. To provide localization feedback the subject can move an object in a projected visual scene horizontally, vertically or in the distance using a trackball.

A working affiliation with the Douglas Grant Cochlear Implant Center at U.C. San Francisco will soon allow for patients with bilateral CIs to be brought into the SOFE for studies of the impact of reverberation on localization ability. Seeber and Fastl (DAGA '04) have shown that the localization ability of a tested CI-patient was fully based on the evaluation of interaural level cues (ILDs). Thus we suppose that CI-patients do not show the precedence effect, i.e. the suppression of the first echo(s) for localization. Instead we assume that the localized direction is determined by the sum of the ILDs from source and echo which would lead to a shift towards the direction of the echo.

In the talk we will introduce the new SOFE for studies with and without hearing devices. Initial results from localization studies with CI-patients will be shown. The talk will be held in German.

Mi. 17:40 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Veränderungen der Abbildung akustischer Signale und Hörschwellen bei liegender Cochlea-Implant Elektrode im Modell und bei PatientenFrank Böhnke, Jan Kiefer, Wolfgang Arnold

Die kombinierte elektrisch-akustische Stimulation (EAS) hat sich zu einer neuen Perspektive bei der Versorgung hochgradig schwerhöriger Patienten entwickelt. Hierbei wird die akustische Versorgung im tieffrequenten Bereich durch konventionelle Hörgeräte mit der elektrischen Stimulation von Nervenfasern im vorderen und mittleren Bereich der Cochlea ergänzt. Damit befindet sich eine Elektrode in der Cochlea, die die Ausbreitung akustischer Wellen in der Cochlea beeinflusst. Aufgrund der erheblich unterschiedlichen Elastizitätsmoduln der Basilarmembran (BM) in der Längs- und Querrichtung kommt es bei den Berechnungen mit der eingeführten Elektrode, die einen oder auch mehrere Kontakte zu der BM haben kann, sogar zu Erhöhungen der BM Auslenkungen. Da sich andererseits bei Patienten oftmals eine Verbesserung der Hörschwellen nach der Cochlea-Implantation bei abgeschalteter elektrischer Stimulation fand, betrachten wir die Veränderung der Cochleamechanik durch die Elektrode als Ursache. Gelingt es also die individuell geschädigten Bereiche in der Cochlea innenohrschwerhöriger Patienten zu lokalisieren, so kann durch gezielte Fixierung der Elektrode dort eine erhöhte Abbildung akustischer Energie auf die benachbarten Bereiche bewirkt, und damit aufgrund der größeren BM Auslenkungen eine effektivere Wahrnehmung akustischer Signale erzielt werden. Selbstverständlich erfordert dies eine präzise und beherrschbare Operationstechnik sowie die Weiterentwicklung der Simulationen verschiedener Operationsszenarien.

Mi. 18:05 HS 0602

Aktuelle audiologische Aspekte

Dichotische Stimulation durch Cochlea Implantat und Hörgerät: Wer profitiert?Uwe Baumann, Ingeborg Stemplinger, Diana Kaschura, Gerd Rasp*Kliniken der Universität München/Großhadern*

Nach der erfolgreichen Implantation eines Cochlea Implantats (CI) in ein Ohr tragen einige Patienten das Hörgerät am anderem

Ohr weiter - die so genannte bimodale Versorgung. Diese Patientengruppe schildert eine Verbesserung des Sprachverstehens - besonders im Störgeräusch - sowie eine bessere Übertragung von Musik, wenn das Hörgerät zusätzlich zum CI getragen wird. Einige Patienten aus dieser Gruppe geben weiterhin eine Verbesserung des Richtungshörens an. Es wird über die Ergebnisse einer Studie mit 14 bimodal versorgten Patienten berichtet, die hinsichtlich des Einsilbersprachverstehens, des Sprachverstehens im Störgeräusch, der Lautheitsskalierung, der Lokalisationsleistung und des Einflusses eines Richtmikrophones am Hörgerät untersucht wurden. Bei 85% der untersuchten Patienten konnte das Einsilbersprachverstehen durch die zusätzliche Nutzung des Hörgerätes verbessert werden, ebenso verbesserten sich 85% der Patienten im Sprachverstehen im Störgeräusch. In den Ergebnissen zur Lokalisationsgenauigkeit zeigten sich starke interindividuelle Schwankungen. Einige Versuchsteilnehmer waren in der Lage, die Seite des Schalleinfallendes anzugeben, bei anderen Probanden zeigte sich jedoch keine klare Verbesserung des Richtungshörens durch die bimodale Stimulation. Schlussfolgerung: Bei Vorliegen von ausreichendem Restgehör können CI-Patienten deutlich von der Anpassung von High-Power Hörgeräten profitieren.

Mi. 13:30 HS 0606

Raumakustik 1

Hörsamkeit in Unterrichtsräumen

Oliver Schwinn

DORFF SCHWINN & PARTNER

Vergleich der in Messungen am Bau und durch Berechnungen ermittelten raumakustischen Kennwerte

In DIN 18041 (05 2004) "Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen" werden raumakustische Kennwerte zur Sitzplatzbezogenen Beurteilung der Sprachverständlichkeit angegeben. Hierzu wurden Untersuchungen durchgeführt, welche den Vergleich der durch raumakustische Messungen am Bau und durch Computersimulationen ermittelten Ergebnisse zum Ziel haben. Untersucht wurden Unterrichtsräume mit Volumina zwischen 150 m³ und 450 m³. Die im Rahmen der Untersuchung betrachteten raumakustischen Parameter sind das Deutlichkeitsmaß C50, die Schwerpunktzeit TS, sowie der Sprachübertragungsindex STI und dessen abgekürzte Form RASTI.

Wie bewerten Schüler ihre Lernumgebung? Ergebnisse eines Feldexperimentes zur Sanierung von Klassenräumen aus einer ganzheitlichen Perspektive

Markus Meis, Bernhard Becker, Antje Stöckel, Christian Nocke
Hörzentrum Oldenburg - Bereich Wirkungsforschung

Im Kontext der Lehr-Lernforschung (vgl. Schick, Klatte & Meis, 1999) wurde im Rahmen eines interdisziplinären Projektes eine modellhafte, ganzheitliche und finanziell attraktive Lösung für zukünftige Klassenzimmer entwickelt. Dabei sollte gezeigt werden, wie Licht und Farbe, Boden und Raumakustik die Wirkung eines Klassenzimmers verändern und wie sich räumliche Gegebenheiten im Empfinden und Verhalten von Schülern niederschlagen. Zwei Klassenräume einer Grundschule wurden modellhaft umgestaltet. Neben der Veränderung des Farbdesigns und der Beleuchtung wurden insbesondere die akustischen Eigenschaften der beiden Experimentalräume verändert. So wurden die gemittelten Nachhallzeiten von über einer Sekunde auf eine halbe Sekunde im sprachrelevanten Bereich (250-2000 Hz) gemäß den Vorgaben der DIN 18041 (2004) reduziert. Weiterhin wurde ein norament Kautschukfußboden (Konstruktion mit Dämmfilz, Verlegeplatte mit Nut und Feder) verbaut, um störende Nebengeräusche im Raum zu minimieren. 61 Schüler im Alter von 8 Jahren wurden im Rahmen eines Kontroll-Experimental-Gruppendedesigns vor und nach den Sanierungsarbeiten mittels 7-stufiger Skalen befragt, wie sie die verschiedenen Komponenten der Raumgestaltung sowie deren Veränderungen erleben. Dabei bewerteten die Schüler jeweils ihren eigenen und zwei weitere Räume, so dass ein Bezugssystem aufgebaut wurde. Zur Bewertung der Raumakustik wurden trockene Sprachsignale einer dänischen Sprecherin mittels Lautsprecher eingespielt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Optimierung der beiden Experimentalklassenzimmer zu deutlichen subjektiven Verbesserungen geführt hatte. Neben Effekten bezüglich der Farbgestaltung und der Beleuchtung wurden auch klare Effekte der Verbesserung der Akustik nachgewiesen. Die simulierte Lehrerstimme wurde durch die Intervention signifikant als weniger ‚hallig‘ und ‚brummig‘ empfunden und die Nebengeräusche durch das Verrücken von Stühlen wurden als weniger störend bewertet. Insgesamt zeigte sich eine sehr deutliche Unterrichtspräferenz zugunsten der beiden optimierten Räume.

Mi. 14:20 HS 0606

Raumakustik 1

Subjektive Einschätzung der Sprechstimme und der Hörumgebung in universitären Seminarräumen

Markus Meis, Catja Hilge, Christian Nocke, Timo Bräcker, Veronika Lammers, Martin Lützen, Rainer Machner, Markus Mühlhan, Alexandra Müller, Bettina Silge, Werner Wempe, Stefan Wolter
Hörzentrum Oldenburg - Bereich Wirkungsforschung

Im Rahmen einer feldexperimentellen Studie wurden insgesamt N=311 Studenten zur Hörsamkeit von universitären Seminarräumen befragt. Basierend auf dem laborexperimentellen Ansatz von Meis & Nocke und Befunden einer kanadischen Feldstudie von Hodgson & Kennedy wurde ein Fragebogen entwickelt, der zum einen reiznahe Items zur Bewertung der Sprechstimme (z.B. "hallig" vs. "trocken", "klirrend vs. gedämmt") und zum anderen Skalen zur Bewertung der Hörumgebung enthielt (z.B. genereller Hörkomfort, Störgeräusche). Nach einem raumakustischen Screening wurde für ein varianzanalytisches Modell die Befragung in insgesamt sechs raumakustisch unterschiedlichen Seminarräumen durchgeführt. Die Seminarräume unterschieden sich signifikant sowohl hinsichtlich der gemittelten Nachhallzeiten als auch hinsichtlich des Nachhallverlaufs. Beide Parameter schlugen sich in den subjektiven Bewertungen der befragten Personen nieder. So wurden Räume, die ein Maximum der Nachhallzeit im Frequenzbereich zwischen 500 Hz und 4 kHz aufwiesen, zwar klanglich als angenehmer bewertet als Räume, deren Maximum der Nachhallzeit unterhalb von 250 Hz lag, jedoch wurde die Geräuschkulisse durch Kommilitonen in den erstgenannten Räumen als störender empfunden. Implikationen für die angewandte Lehr-Lernforschung und die Möglichkeit einer Ferndiagnose durch psychometrisch geprüfte Befragungsinstrumente werden abschließend diskutiert.

Mi. 14:45 HS 0606

Raumakustik 1

Der ‚Kommunikations-Akustik-Simulator‘ im Oldenburger ‚Haus des Hörens‘

Tobias Behrens

ADA Acoustic Design Ahnert

Im Oldenburger ‚Haus des Hörens‘ wurde in einem teilbaren Seminarraum der sogenannte ‚Kommunikations-Akustik-Simulator‘

(K-A-S) realisiert. Dem Raum werden dabei variable, elektronisch erzeugte Hörsamkeiten aufgeprägt, die innerhalb einer definierten Aktionsfläche als natürliche, interaktive akustische Umgebungen wahrgenommen werden. Hierbei werden spezifische Nachhall- und Frühreflexionsmuster generiert. Hauptnutzung sind kommunikationstechnische Untersuchungen (z.B. auch mit Hörgeräteträgern) unter definierten, variablen akustischen Umgebungsbedingungen hinsichtlich der raumakustischen Eigenschaften und der Hintergrund-Geräuschsituation. Der Beitrag geht auf die Konzeption der dort entstandenen Anlage, die erreichten akustischen Eigenschaften und die Einbindung an Medientechnik und -steuerung ein.

Mi. 13:30 HS 0670

Bauakustik 1

Neufassung der Schweizer Norm SIA 181 Schallschutz im Hochbau

Frieder Emrich

Empa, Abteilung Akustik

Die erste schweizerische Richtlinie zum baulichen Schallschutz erschien im Jahre 1970 als Empfehlung SIA 181, Empfehlung für Schallschutz im Wohnungsbau. Die Normausgaben SIA 181, Schallschutz im Hochbau, 1976 und 1988, trugen der Weiterentwicklung der Prüfnormen und der eidg. Lärmschutzverordnung (LSV) Rechnung. Lärmempfindlichkeit und Grad der Lärmbelastung wurden wesentliche Einstufungskriterien. Bei Geräuschen haustechnischer Anlagen wurde nun systematisch zwischen Funktions- bzw. Benutzungsgeräuschen sowie zwischen Einzel- bzw. Dauergeräuschen unterschieden. Die vorliegende Normenfassung ist einerseits durch die Fortentwicklung der internationalen Normung und andererseits im gestiegenen Ruhebedürfnis der Bevölkerung begründet. Dabei orientiert sich auch diese Ausgabe am Schutzziel. Es bleibt aber die Möglichkeit, sich vertraglich auf die Mindestanforderungen an den Schallschutz zu beschränken und damit etwas geringeren Baukosten bei erwartungsgemäss deutlicheren Nachbarschaftsstörungen zu realisieren. Im Folgenden werden einige grundsätzliche Änderungen in der Neufassung gegenüber der Vorgängerversion genannt: - Neubenennung der Anforderungsstufen nach Mindest-, Standard- (und speziell vereinbarten Anforderungen) mit den strengeren Standardanforderungen als Regelanforderung, wenn nichts anderes vereinbart ist. - Einführung einer abgestuften Volumenkorrektur statt volumenabhängiger Bezugsnachhallzeit in

SIA 181 (1988). - Obligatorische Berücksichtigung der Spektrum-Anpassungswerte zum Luft- bzw. Trittschallschutz. - Verfahren zur Simulation haustechnischer Benutzungsgeräusche. - Beurteilung der Hörsamkeit in Räumen entsprechend DIN 18041. - Empfehlungen für den Schallschutz innerhalb von Nutzungseinheiten (informativ). Entsprechend Schweizer Normentradition enthält die Norm SIA 181 Anforderungstabellen, notwendige Definitionen und nur wenige Messanweisungen und Projektierungshilfen. Hinsichtlich der Anforderungsniveaus wurde ein Kompromiss zwischen Schallschutzerwartungen und Kostenfolgen gesucht.

Mi. 13:55 HS 0670

Bauakustik 1

Integration des Holz- und Skelettbbaus in die neue DIN 4109

Heinrich Bietz, Werner Scholl

PTB Braunschweig

Die Norm DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" regelt in ihrer aktuellen Fassung seit 15 Jahren die Anforderungen an den Schallschutz in Gebäuden und den Nachweis ihrer Einhaltung. Aus zwei Gründen wird diese Norm nun vollständig überarbeitet: Die im Bauteilkatalog der DIN 4109 beschriebenen Bauweisen bzw. die Eigenschaften der Baumaterialien haben sich teilweise geändert und die Norm muss auf die geänderten messtechnischen und rechnerischen Nachweise europäischer Art umgestellt werden. Um die Integration der Holz- und Leichtbauweise hinsichtlich des Bauteilkataloges und der neuen Prognoseverfahren umzusetzen wurde ein vom Deutschen Institut für Bautechnik und dem Holzabsatzfonds gefördertes Projekt initiiert, in welchem die Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig federführend ist. Die in diesem Projekt mitarbeitenden Prüfstellen haben in den letzten Jahren umfangreiche Erfahrungen im Bereich des Holz- und Leichtbaus gesammelt und sind in den einschlägigen Normungsgremien auf nationaler und internationaler Ebene aktiv, die neuen Rechenverfahren sind von ihnen teilweise mit entwickelt worden. In dem Vortrag wird über die im Rahmen des Projektes getroffenen Festlegungen bei der Erstellung des Bauteilkataloges und der Anwendung des neuen Rechenverfahrens sowie den aktuellen Sachstand des Projektes berichtet.

Mi. 14:20 HS 0670

Bauakustik 1

Schalldämmung von Holzwänden - Daten für den neuen Bauteilkatalog von DIN 4109Rolf Schumacher, Bernd Saß*ACCON GmbH Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik*

Die Untersuchungen zur Schalldämmung, Längsschalldämmung und Stoßstellendämmung von Wänden in Holzrahmenbauweise im Labor ergeben die Eingangsdaten für das Rechenmodell nach DIN EN 12354 und sollen somit auch in den neuen Bauteilkatalog für DIN 4109 aufgenommen werden. Die Bestimmung des Stoßstellendämm-Maßes K_{ij} für Anschlüsse von Flankensäulen ermöglicht die Beurteilung der Frage, ob die Verbindung einen wesentlichen Einfluss auf die Flankenschalldämmung hat oder ob nach dem vereinfachten Modell mit der Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f}$ alleine gerechnet werden kann. Es werden Konstruktionen vorgestellt, die insbesondere die Längsschalldämmung flankierender Wände so verbessern, dass diese Bauweise für den Mehrgeschosswohnungsbau mit Holzbauteilen die relevanten akustischen Anforderungen erfüllt.

Mi. 14:45 HS 0670

Bauakustik 1

Längsdämmungsmessung in normalen Schalldämm-PrüfständenMartin Schmelzer*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Die Kenntnis der Längsschalldämmung eines Bauteils ist z.B. für die Prognose gemäß der DIN EN 12354 erforderlich. Die Messung dieser Längsschalldämmung erfolgt üblicherweise, indem das Prüfobjekt seitlich längs in einen normalen Schalldämmprüfstand eingebaut wird. Dabei entsteht ein schmales Luftvolumen, das die Längsschalldämmung beeinflussen kann.

Dieser Einfluss ist u.a. abhängig von den Abmessungen und der Dämpfung dieses Luftvolumens sowie von der Art des Prüfobjekts. Untersuchungen mit Variationen dieser Parameter wurden sowohl experimentell an Modellprüfständen im Maßstab 1:10 als auch numerisch ausgeführt und werden hier vorgestellt.

Mi. 15:10 HS 0670

Bauakustik 1

Dämpfungseffekte in bauakustischen ModellprüfständenChristoph KlingPTB

Dämpfungsmechanismen werden bisher in der Bauakustik nicht systematisch genutzt. Untersuchungen haben gezeigt, dass dadurch hinsichtlich der Schalldämmung im Hochbau ein großes Potential ungenutzt bleibt. Daher werden im Fachbereich "Angewandte Akustik" der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt im Rahmen eines DFG-geförderten Projekts die Dämpfungseinflüsse in der Bauakustik untersucht. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Wirkung von Dämpfungsmechanismen auf die Schalltransmission im Hochbau zu analysieren. Insbesondere soll der Einfluss auf die Messung der Schalldämmung im Prüfstand untersucht und eine Differenzierung in Eigenschaften des Prüflings und des Prüfstands, z.B. Ableitung über Nebenwege oder Stoßstellen, vorgenommen werden. Hierzu wurde ein Modellsystem entwickelt, welches einen bauakustischen Wandprüfstand im Maßstab 1:10 darstellt. Die Modellmeßtechnik bietet den Vorteil, mit verhältnismäßig geringem Aufwand verschiedene Trennwände und verschiedene Anbindungen des Prüflings unter idealisierten Bedingungen zu untersuchen. Am Modellsystem werden u.a. verschiedene Verlustfaktoren bestimmt und daraus eine Energiebilanz am Prüfling erstellt. Dabei wird zunächst zwischen inneren Verlusten durch Materialabsorption, Strahlungsverlusten und Kopplungsverlusten unterschieden. Der Vortrag behandelt den aktuellen Stand des Projekts und geht insbesondere auf die Bilanzierung der Energieverhältnisse an Trennwänden unterschiedlicher Dicken und Anbindungen ein.

Mi. 16:00 HS 0670

Bauakustik 1

Unsicherheiten bei der SchalldämmungVolker WittstockPTB

Der Beitrag gibt einen kurzen Überblick über ein vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) gefördertes Projekt zu den Unsicherheiten in der Bauakustik, wobei die Untersuchungen auf die Schalldämmung begrenzt sind. Ausgangspunkt ist eine Analyse

der verschiedenen Einflussfaktoren, die schließlich zur Identifikation von insgesamt 16 Unsicherheitsbeiträgen führt. Die Größenordnung einiger Unsicherheitsbeiträge kann auf der Grundlage vorliegender Daten abgeschätzt werden, wobei neben vorliegenden Ringversuchsergebnissen aus der Literatur auch PTB-interne Daten, die u.a. aus der Anerkennung von Prüfstellen bzw. aus Vergleichsmessungen stammen, und Ergebnisse der Vergleichsmessungen an der MPA Dortmund verwendet werden. In einem nächsten Schritt werden die einzelnen Unsicherheitsbeiträge den bislang in der Bauakustik verwendeten Präzisionsmaßen Wiederholgrenze und Vergleichsgrenze nach ISO 140-2 zugeordnet, wodurch ein quantitativer Vergleich mit vorliegenden Ringversuchsergebnissen und den Werten aus ISO 140-2 möglich wird. Die sich aus den Unsicherheiten ergebenden Konsequenzen für die Erstellung des Bauteilkatalogs der DIN 4109, für das Vorhaltemaß sowie für Nachmessungen am Bau werden in einem letzten Abschnitt aufgezeigt.

Mi. 16:25 HS 0670

Bauakustik 1

Messunsicherheit von Schalldämmungsmessungen in der Praxis

Peter Krämer

Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH

In der DIN EN ISO 140, Teil 2 sind seit langem Genauigkeit und Präzision im allgemeinen sowie Wiederhol- und Vergleichspräzision, entsprechende Standardabweichungen und Grenzen im besonderen für Messungen des Schalldämm-Maßes und des Norm-Trittschallpegels anhand von Ringversuchen beschrieben. Auf Grundlage weiterer Untersuchungen durch Goydke et al. wurde der Einfluss des (frequenzabhängigen) Schalldämm-Maßes auf das bewertete Schalldämm-Maß als Einzahlkriterium dargestellt (ZfL 01/2004). Hierbei handelt es sich allerdings u.E. im wesentlichen um eine Betrachtung der Präzision des Messverfahrens selbst.

An selber Stelle wurde durch Martinez eine Fehlerfortpflanzung für die Ermittlung des Schalldämm-Maßes in Abhängigkeit von den Messfehlern der Primärgrößen (Standardabweichung der Schallenergie Sende- / Empfangsraum, Nachhallzeit, Prüffläche und Volumen) durchgeführt, so dass eine nunmehr eine Abschätzung der Messpräzision der einzelnen Messung durch den Praktiker vor Ort erfolgen kann.

Mit einer modifizierten Fehlerfortpflanzung und anhand von Messbeispielen werden die Ergebnisse dieser Betrachtungsweise diskutiert. Es soll insbesondere auch der Einfluss der Messgenauigkeit der Nachhallzeit betrachtet werden, der bisher ungenügend berücksichtigt wurde.

Die allgemeine Messunsicherheit für $R'w$ nach Goydke et al. lässt sich darüber hinaus durch Lineare Regression mit dem Spektrumsanpassungswert Ctr korrelieren.

Mi. 16:50 HS 0670

Bauakustik 1

Schallschutz bei Sanitäreinstellungen - Nutzergeräusche

Rudolf Liegl, Ingo Heusler

Möhler + Partner

Insbesondere in Mehrfamilienhäusern treten im Zusammenhang mit Sanitärinstallationen Belästigungen durch sog. Nutzergeräusche, d.h. hartes Schließen von WC-Deckeln, Abstellen von Zahnputzgläsern auf Ablage usw. auf, wobei die Geräuschentwicklung naturgemäß stark vom individuellen Verhalten der Nutzer abhängig ist. Das deutsche Regelwerk enthält hierzu kein normiertes Messverfahren und Nutzergeräusche unterliegen ausdrücklich nicht den Anforderungen nach DIN 4109/89. Grundsätzlich ist es dennoch wünschenswert, die baulichen Rahmenbedingungen so zu gestalten, dass Nutzergeräusche keine unnötig hohen Geräuschspitzen verursachen. In diesem Zusammenhang wurden Messungen unter Einsatz des im Entwurf für die Neufassung der Schweizer Norm SIA 181 beschriebenen Pedelfallhammers durchgeführt, mit dem Ziel einer von individuellem Verhalten möglichst unabhängigen und reproduzierbaren Geräuschregung. Die Messungen beziehen sich auf unterschiedliche Gebäude, wobei bauseits sowohl herkömmliche Installationsvormauerungen als auch Leichtbauinstallationswände vorhanden waren. Die Messergebnisse werden zu den baulichen Gegebenheiten in Bezug gesetzt und vergleichend diskutiert.

Mi. 17:15 HS 0670

Bauakustik 1

Untersuchung des Einflusses der Stoßstellendämpfung auf die Schalldämmung im Hochbau

Dirk Clasen, Sabine Langer, Martin Schanz

TU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik

Ein großes Potential zur Verbesserung der Schalldämmung in der Bauakustik geht dadurch verloren, dass Dämpfungsmechanismen nicht systematisch genutzt werden. Eine genauere Untersuchung dieser Dämpfungsmechanismen sowie deren Einfluss auf die Schalldämmung ist daher wichtig. Neben Messungen stehen dafür numerische Simulationsverfahren zur Verfügung.

In ein Programm basierend auf der Finiten Elemente Methode wurden dazu

verschiedene Dämpfungsmechanismen implementiert, die jetzt gezielt untersucht werden können. Im folgenden soll im besonderen der Einfluss der Stoßstellendämpfung betrachtet werden. Bisher werden Stoßstellen im allgemeinen vollkommen biegesteif oder gelenkig simuliert. Dies stellt ein sehr grobes mechanisches Modell dar, welches die wirklichen Eigenschaften der Stoßstelle nur unzureichend erfasst. Daher wird hier ein mechanisches Modell vorgestellt, das auf Feder-Dämpfer-Systemen basiert. Dieses Modell erfasst die wirkliche Situation in der Stoßstelle besser, da deren Dämpfung nun berücksichtigt wird.

Anhand von Parameterstudien wird abschließend der Einfluss der Stoßstellendämpfung auf die Schalldämmung analysiert.

Mi. 17:40 HS 0670

Bauakustik 1

Verminderung der Schallübertragung leichter flankierender Bauteile durch Entkopplung über elastische Zwischenschichten

Martin Schneider, Heinz-Martin Fischer

Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

Vor allem im Geschosswohnungsbau kommen leichte, nichttragende Massivwände als Rauntrennwände innerhalb der eigenen Wohnung zum Einsatz, an die als trennende Bauteile aus akustischer Sicht keine oder nur geringe Anforderungen gestellt werden. Diese in der Regel statisch nichttragenden Wände, werden aufgrund flexibel gewünschter Grundrissgestaltung erst in der Ausbauphase der Gebäude aufgestellt. Bei der Erstellung der Schallschutznachweise bleiben sie oft unberücksichtigt und können dann nach Bezug der Gebäude durch eine hohe Flankenübertragung zu einem verminderten Schallschutz zwischen den Wohnungen führen. Messungen an einem Kleinprüfstand und an einem 1:1 Stoß zeigen, dass durch das Entkoppeln über elastische Zwischenschichten die flankierende Übertragung über

leichten Bauteile vermindert werden kann. Die Steifigkeit der Entkopplungsschicht (sowohl Material- als auch Kontaktsteife) bestimmt hierbei im wesentlichen die akustische Wirkung. Weiter zeigen Messungen, dass durch das Überputzen der elastischen Zwischenschichten, deren akustische Wirkung deutlich vermindert wird. Die Berechnungen der resultierenden Schalldämmung zwischen Wohnräumen nach EN 12354-1 zeigen einerseits den Einfluss der flankierenden Übertragung, andererseits auch das Verbesserungspotential der elastischen Zwischenschichten.

Mi. 18:05 HS 0670

Bauakustik 1

Akustisches Berechnungsmodell für Wärmedämm-Verbundsysteme

Lutz Weber

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) wirken sich nicht nur auf die thermischen sondern auch auf die akustischen Eigenschaften von Außenwänden aus. Je nach Ausführung der Dämmung kann eine Änderung des bewerteten Schalldämm-Maßes im Bereich von etwa -10 bis +20 dB erfolgen. Auf der Grundlage einer etwa zweihundert Messungen umfassenden Datenbank wurde ein Berechnungsmodell für Zulassung und Normung entwickelt, mit dem sich die Schalldämmung von Wänden mit WDVS aus den Bauteileigenschaften vorherbestimmen lässt. Die wichtigste Ausgangsgröße zur Berechnung der Schalldämmung bildet die Resonanzfrequenz des WDVS, die sich hauptsächlich aus der dynamischen Steifigkeit der Dämmplatten und der Flächenmasse der Putzschicht ergibt. Niedrige Resonanzfrequenzen bewirken eine Verbesserung, hohe eine Verschlechterung der Schalldämmung. Daneben haben auch die Befestigung des WDVS (mit oder ohne Dübel, prozentuale Klebefläche), das Schalldämm-Maß der Trägerwand und der Strömungswiderstand des Dämmstoffs Einfluss auf das Ergebnis. Unter Einbeziehung aller genannten Faktoren wird eine Vorhersagegenauigkeit von etwa 2,0 dB (Standardabweichung zwischen gemessenen und berechneten Werten) erreicht. Der Beitrag erläutert den Aufbau des Berechnungsmodells und den akustischen Einfluss der verschiedenen Konstruktionsparameter. Außerdem wird darauf eingegangen, welche Auswirkungen der Frequenzverlauf der Schalldämmkurve auf die praktische Schallschutzwirkung hat und wie dies in den genormten Einzahlangaben (R_w sowie $R_w + C_{tr}$ nach DIN EN ISO 717-1) zum Ausdruck kommt.

Mi. 13:30 N 1095

Pitch Perception

The role of pitch in the perception of speaker sizeRoy D. Patterson*CNBH, Department of Physiology, University of Cambridge*

There are two cues to the size of the speaker in speech sounds: Firstly, the mass and length of the vocal cords increase with age causing a progressive decrease in glottal pulse rate (GPR), or voice pitch. Secondly, vocal tract length (VTL) increases with age causing a progressive decrease in formant frequencies. This paper reports a discrimination experiment designed to quantify the relative contribution of these two cues to the perception of speaker size. Vowels were recorded and then manipulated using a high-quality vocoder, STRAIGHT, (Kawahara et al., 1999) to produce stimuli along ellipses in the GPR-VTL plane; the lengths of the major and minor axes were proportional to the just-noticeable-differences (JNDs) for GPR and VTL. Each stimulus on the ellipses was compared with the stimulus at the centre of the ellipse in a 2AFC experiment to determine which speaker sounded the smaller. That is, in one interval, the sound from the centre of an ellipse was presented, and in the other, the sound from one of eight points around the ellipse. The stimuli were always discriminable but the differences were not large. This approach allows the local gradient at the centre of each ellipse to be inferred using Bayesian techniques. An integration technique was then developed to reconstruct the surface of perceived speaker size from these partial derivatives.

Acknowledgements Research supported by the U.K. Medical Research Council (G9901257, G9900369)

Reference Kawahara, H., Masuda-kasuse, I. and de Cheveigne, A. (1999) *Speech Communication* 27: 187-207

Mi. 13:55 N 1095

Pitch Perception

On the pitch strength of complete and incomplete harmonic complex tonesMarkus Fruhmann*Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation*

The pitch of harmonic complex tones is closely related to the included fundamental frequency. By removing this fundamental frequency or even more lower harmonics, a virtual pitch or residue pitch is evoked which is close to the original pitch. Additional virtual pitches are evoked leading to so-called octave confusions

if subjects are asked to specify the perceived pitch height. These confusions can be explained by the weaker pitch strength of the sounds due to the described modifications. Therefore, pitch strength strongly depends on the spectral composition of a tested sound. For example, a single sinusoid always evokes the strongest pitch strength whereas the pitch strength of harmonic complex tones decreases with rising number of harmonics.

In the talk, results of several psychoacoustic experiments investigating the dependency of pitch strength on parameters like the number of harmonics, number of removed harmonics and spectral attenuation are presented.

Using Terhardt's model of virtual pitch and the concept of 'pitch salience' it is tried to reproduce the results found. As 'pitch salience' is a measure not identical to 'pitch strength' several changes had to be done to the underlying algorithms in order to adapt the calculations to the experimental results. The resulting model for the pitch strength of sounds with discrete spectra is validated using data from the literature. Additionally its capabilities to predict the pitch strength of sounds with continuous spectra are discussed.

(Presentation will be given in English)

Mi. 14:20 N 1095

Pitch Perception

F0 discrimination and pitch-strength matching for filtered iterated rippled noise: the correlation between different measures of pitch strength

Lutz Wiegrebe, Alexandra Stein

Dept. Biologie II

It is generally assumed that listeners' capability to detect changes in the f_0 of a perceived complex sound (f_0 DLs) is a good indicator of pitch strength. The use of iterated rippled noise (IRN) allows adjusting the pitch strength by manipulating the gain in the delay-and-add network used to generate IRN. Three experiments are presented which investigate the effect of gain changes on IRN f_0 DLs. In the first experiment, f_0 DLs were measured for IRNs with f_0 s of 90 and 250 Hz in three band-pass conditions ('low', 125-625 Hz; 'mid', 1375-1875 Hz; and 'high', 3900-5400 Hz). For a 90-Hz f_0 , harmonics are spectrally resolved in the 'low' condition and unresolved in the 'mid' and 'high' condition. For a 250-Hz f_0 , harmonics are resolved in the 'low' and 'mid' condition and unresolved in the 'high' condition. In the second experiment, the listeners reduced the IRN pitch strength in a spectrally resolved

condition ('low' condition with $f_0 = 90$ Hz or 'mid' condition with $f_0 = 250$ Hz) to match the pitch strength in the corresponding unresolved condition. In the third experiment, f0DLs were remeasured for the pitch-strength reduced conditions ('low' condition with $f_0 = 90$ Hz or 'mid' condition with $f_0 = 250$ Hz). The results show that although the listeners provided reliable pitch-strength matching in Experiment II, the f0DLs in Experiment III were still much better for the pitch-strength reduced spectrally resolved stimuli than for the spectrally unresolved stimuli. These results question the value of f0DLs to assess pitch strength.

Mi. 14:45 N 1095

Pitch Perception

Die RateCIS Strategie für das Cochlea Implantat COMBI 40+

Andrea Nobbe

Med-El GmbH

Bei Cochlea Implantaten wird das akustische Eingangssignal durch eine Bandpassfilterbank in verschiedene Spektralbereiche zerlegt und die Information in jedem Bandpass in amplitudenmodulierte Strompulse umgewandelt. Jeder Bandpassfilter ist entsprechend der Tonotopie in der Cochlea einer Elektrode zugeordnet, die innerhalb der Scala Tympani liegt. Das Cochlea Implantat COMBI 40+ der Firma Med-El verfügt über 12 Elektroden, die zu 12 unterschiedlichen Tonhöhenwahrnehmungen führen. Die naturgetreue Übertragung von Eingangssignalen, besonders Musik oder Sprache im Störgeräusch erfordert eine über das 12-bändige Schema hinausgehende spektrale Auflösung. Deshalb wurde eine neuartige Reizstrategie entwickelt, die mit Hilfe von Stimulationsratenänderungen die Abbildung von Musik oder Stimmgrundfrequenzen verbessern soll. Für 6 von 12 Elektroden wurde anstelle der bisher bei der CIS Strategie konstant gehaltenen Rate eine signalabhängige Umschaltung der Stimulationsraten zwischen 1515 pps und 252 pps eingeführt. Zur Umsetzung wurde eine Filterbank mit 18 Bändern eingesetzt bei welcher 6 Elektroden jeweils zwei Bänder zugeordnet sind. Je nachdem, in welchem Band mehr Energie detektiert wird, entscheidet die Signalverarbeitung zu jedem Analysezeitpunkt für den Einsatz der hohen oder niedrigen Stimulationsrate. Dieses Verfahren, genannt RateCIS, wurde an 9 Versuchspersonen durch Sprachtests und Fragebögen im Vergleich zur konventionellen CIS Strategie getestet. Es ergab sich bzgl. Musikhören ein Vorteil für die RateCIS Strategie, für Sprache bevorzugte die Mehrheit der Personen die ihnen vertraute CIS Strategie.

Mi. 15:10 N 1095

Pitch Perception

Funktionelle Magnetresonanztomographie der Verarbeitung von Änderungen der Tonhöhe

Stefan Uppenkamp, Andre Rupp

Inst. f. Physik, Medizinische Physik

Funktionelle Magnetresonanztomographie (fMRT) erlaubt die Untersuchung neuronaler Prozesse im Gehirn mit einer Zeitauflösung von wenigen Sekunden bei gleichzeitig hoher räumlicher Auflösung. In einer früheren Studie (Patterson, Uppenkamp, Johnsrude & Griffiths, 2002, Neuron 36, 767-776) konnte mit fMRT eine Hierarchie der zeitgebunden Tonhöhenverarbeitung im Kortex des Menschen nachgewiesen werden. Bei diotischer Stimuluspräsentation zeigte sich für fast alle Versuchspersonen eine bilaterale, tonhöhen spezifische Aktivierung außerhalb des primären Hörkortex im lateralen Bereich des Gyrus temporalis transversus (Heschl). Eine spezifische Aktivierung bei der Präsentation von Melodien findet sich bei vielen Versuchspersonen außerhalb des Heschl Gyrus in angrenzenden kortikalen Assoziationsfeldern, und zwar in vielen Fällen auch bei diotischer Stimulation mit Präferenz in einer Hemisphäre.

In der gegenwärtigen Studie wurde bei monauraler Stimuluspräsentation der Einfluß des Darbietungsohres auf die gemessenen Aktivierungskarten untersucht. Für einfache Kontraste zwischen Schall und Ruhe zeigte sich wie erwartet eine deutliche Kreuzung der Hörbahnen von linker und rechter Hemisphäre. Im Gegensatz dazu zeigte sich für die melodiespezifische Aktivierung eine weitgehende Unabhängigkeit vom Eingangsohr für den Stimulus. Diese Ergebnisse werden als weiterer Hinweis auf die hierarchische Organisation der zeitgebundenen Tonhöhenwahrnehmung gedeutet. Die Regionen, die spezifisch bei Änderungen der Tonhöhe aktiviert werden, spiegeln offenbar übergeordnete Verarbeitungsprozesse wider, die über die rein sensorische Kodierung der Stimulusmerkmale hinausgehen.

Mi. 15:35 N 1095

Pitch Perception

Magnetoenzephalographische Untersuchung des Hörkortex bei der Verarbeitung kurzer Melodien

Andre Rupp, Stefan Uppenkamp

Neurologische Klinik, Sektion Biomagnetismus

Magnetoenzephalographische Registrierungen (MEG) erlauben in Verbindung mit der räumlich-zeitlichen Quellenanalyse die

gezielte Untersuchung der Pitch-Onset-Response (POR), einer späten negativen Antwort im Hörkortex, die beim Einsetzen zeitlicher Regularität eines Reizes auftritt. Aufbauend auf die fMRT-Studie von Uppenkamp (s. Zusammenfassung im gleichen Band) wurde in der vorliegenden Untersuchung der Frage nachgegangen, inwieweit das Auftreten einer Melodie im Vergleich zu einer fixen Abfolge von Tönen eine spezifische Aktivierung auslöst. Darüber hinaus wurde durch die Verwendung von monauralen und diotischen Stimulationen ermittelt, ob sich dabei die im fMRT beobachtete dominante Aktivierung einer Hemisphäre neurophysiologisch replizieren lässt. Die Analyse der Quellenwellenformen zeigte, dass jeder Ton einer Sequenz eine stabile POR auslöst, die bei kurzen Melodien ab dem zweiten Ton gegenüber festen Tonabfolgen eine signifikant stärkere Aktivierung aufwies. Die Quellenlokalisation der melodiespezifischen POR deutet auf einen Generator im Heschl'schen Gyrus hin. Der Vergleich der monauralen und diotischen Stimulation ergab, dass bei monauraler Vorgabe erwartungsgemäß auf der kontralateralen Seite eine stärkere POR ausgelöst wird. Darüber hinaus zeigte sich aber auch, dass in der Regel eine intraindividuell stabile hemisphärische Dominanz der Antwort bei den Probanden vorlag. Die vorliegende MEG-Untersuchung bestätigt somit die durch das fMRT erzielten Effekte und stützt die Vermutung, dass Melodien auf einer anderen Stufe verarbeitet werden als Tonsequenzen mit einer festen Tonhöhe. Darüber hinaus zeigt die Analyse, dass durch die Verbindung beider Methoden eine valide Angabe über den Ort und die genaue zeitliche Aktivierung der durch Melodien ausgelösten POR gewonnen werden kann.

Mi. 16:00 N 1095

Pitch Perception

What do feature-specific neuromagnetic responses tell us about auditory processing?

Katrin Krumbholz, Roy D. Patterson, Annemarie Seither-Preisler, Bernd Lütkenhöner

MRC Institute of Hearing Research

Attempts to use the neuromagnetic N100m response to the onset of a tonal sound to study pitch processing are compromised by the fact that a large proportion of the N100m simply reflects the onset of sound energy. Recent findings suggest that it is possible to circumvent the energy-onset response and isolate the response associated with the processing of pitch by directly preceding

a test sound that possesses pitch with a spectrally matched control sound that has no pitch. The transition from the control to the test sound elicits a prominent response, whose amplitude and latency has been shown to depend on the strength and the value of the pitch, suggesting that its neural generators are involved in pitch processing. In the current study, we show that the transition from one pitch value to another may also elicit a response, but the size of this pitch-change response is not related to the size of the pitch change, as one might have expected if pitch were coded by the spatial distribution of discharge in cortical neurons. At the same time, however, the pitch-onset response (POR) appears to exhibit stimulus-specific adaptation in that its amplitude can be reduced by closely preceding it with another POR, and the amplitude reduction is the larger the more similar the pitches that elicited the responses. These seemingly conflicting findings have implications on the interpretation of the POR, and indeed other feature-specific responses, in terms of the mechanisms by which auditory information is represented in cortex.

Mi. 14:20 N 1080

Gesamtgeräuschbewertung

Gesamtgeräuschbewertung in Rahmen der Regelsetzung

Berthold Vogelsang

NLÖ

Die Bewertung der Beeinträchtigung durch Umweltgeräusche mehrerer Quellenarten ist seit ca. einem Vierteljahrhundert Gegenstand der Lärmwirkungsforschung. Untersuchungen und umfassende Literatur zur Beeinträchtigung durch die Einwirkung mehrerer Geräuschquellenarten dokumentiert einerseits die generelle Notwendigkeit der Behandlung, andererseits jedoch auch die Unterschiedlichkeit der Herangehensweisen und Berechnungsverfahren und somit die Streuung erzielter Resultate. Beispielhaft seien als Gründe dafür unterschiedliche Befragungstechniken, Erhebungssituationen und verwendeten Skalen zu benennen. Die Streubreite der Ergebnisse ist aber auch beeinflusst durch Feld- oder Laborstudien, die Art und Weise der Validierung, die Zeit- und Frequenzbewertung von Geräuschquellenarten und deren Ort der Erfassung. Die Vielfalt der Ergebnisse zeigt die Notwendigkeit, mögliche Vorgehensweisen in Expertenkreisen zu bewerten und zu selektieren, mit dem Ziel, ein einvernehmlich getragenes Verfahren zur Anwendung zu empfehlen.

Der Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) A2 "Geräuschimmission - Ermittlung, Bewertung, Beurteilung" im DIN und VDI hat sich dieser Aufgabe unter Mitwirkung aller interessierten Kreise gestellt. Dabei waren neben vorstehend genannten Faktoren auch die allgemeine Rechtslage und die Europäische Umgebungslärmrichtlinie von wesentlicher Bedeutung. Der lange, teils steinige Weg zum Erreichen des Ziels, d. h. dem Verfassen der Richtlinie VDI 3722 Blatt 2' Bewertung von Verkehrsgeräuschen beim Einwirken mehrerer Geräuschquellenarten', wird im Rahmen der DAGA 2005 aufgezeigt und der erreichte Stand dokumentiert.

Mi. 14:45 N 1080

Gesamtgeräuschbewertung

Gesamtgeräuschbeurteilung aus der Sicht der Psychoakustik

Klaus Genuit

HEAD acoustics GmbH

Die Gesamtgeräuschbeurteilung erfolgt zur Zeit basierend auf dem A-bewerteten Schalldruckpegel, bzw. daraus abgeleitet auf dem A-bewerteten äquivalenten Dauerschallpegel. Dieses Verfahren ist hinreichend zur Vorhersage, ob eine mögliche physikalische Schädigung des Gehörs durch Schall gegeben ist. Es ist jedoch nicht ausreichend zur vollständigen Beschreibung einer Geräuschbelastung und insbesondere nicht zur Vorhersage, inwieweit sich Betroffene durch das Geräusch belästigt fühlen. Mit Hilfe der Psychoakustik ist es möglich, ein besseres Verständnis hinsichtlich der Geräuschbewertung zur Verfügung zu stellen. Aufgrund einer fehlenden ausreichenden Standardisierung von psychoakustischen Berechnungsverfahren ist ein verbreiteter Einsatz der Psychoakustik für die Gesamtbeurteilung ungeeignet. Die Entstehung und Übertragung von Geräuschen basiert auf verschiedenen physikalischen Gegebenheiten, die Analyse eines Geräusches hängt zusätzlich ab von den psychoakustischen Eigenschaften des menschlichen Gehörs, und letztendlich ist die Beurteilung eines Geräusches verknüpft mit kognitiven psychologischen Aspekten, die darüber hinaus individuell unterschiedlich ausgeprägt sein können. Es wird gezeigt, welche Komplexität einerseits die Gesamtgeräuschbeurteilung beinhaltet und andererseits wie durchaus mit bestehenden bekannten Messverfahren einer der menschlichen Gehörempfindung gerechte Gesamtgeräuschbeurteilung durchzuführen ist.

Mi. 15:10 N 1080

Gesamtgeräuschbewertung

Probleme bei der Messung und Beurteilung der Gesamtgeräuschbelastung aus der Sicht der PraxisThomas Schenk*KSZ Ingenieurbüro GmbH*

Die Berücksichtigung der Gesamtgeräuschbelastung gewinnt in zunehmendem Maße auch für den in der Praxis des Nachbarschaftsschutzes beratend tätigen Akustiker an Bedeutung. Hierbei ist mit erheblichen Schwierigkeiten und Inkompatibilitäten des deutschen Regelwerkes zu kämpfen. Dies trifft auf die Gesamtgeräuschbetrachtung sowohl im Sinne der TA Lärm als auch im Sinne des BImSchG zu. In diesem Beitrag werden anhand von zwei Beispielen, einer Anlage die der TA Lärm unterliegt sowie einer Anlage die nicht der TA Lärm unterliegt, Probleme und Handlungsbedarf bei der Gesamtgeräuschbetrachtung aus der Sicht der Praxis dargestellt und erläutert.

Mi. 16:00 N 1080

Gesamtgeräuschbewertung

"Subjektive Evaluierung hat Methode" Ein anwendungsbezogenes Design zur Beurteilung von GeräuschszenarienAndré Fiebig, Mark Bless, Brigitte Schulte-Fortkamp, Klaus Genuit*ITA / Technische Universität Berlin*

Es wird eine neue Methode vorgestellt und diskutiert, die sich bekannter qualitativer Verfahren aus den Sozialwissenschaften bedient und diese auf das Gebiet der angewandten Psychoakustik transferiert. Die Adaptation qualitativer Verfahren an die Anforderungen einer speziellen Fragestellung im Bereich der Akustik, an die Zusammensetzung des Versuchsklientels und an die Reproduzierbarkeit der Forschungsergebnisse steht dabei im Vordergrund. Durch ein spezielles Analyseverfahren konnten subjektive Aussagen objektiviert und auf eine allgemeingültige Ebene gehoben werden. Mit Hilfe der Genese von speziell auf eine Fragestellung bezogenen Zuordnungsmatrizen, in denen die qualitativ erhobenen Daten mit den physikalischen und psychoakustischen Deskriptoren verknüpft werden, kann die qualitative Analyse untermauert werden. Darüber hinaus eröffnet diese Vorgehensweise die Möglichkeit des Entwurfes situationsbezogener Wahrnehmungsmodelle, die über die rein akustische Wahrnehmung hinausgehen, und liefert umfangreiches Wissen bezüglich der Gestaltung von Geräuschen bzw. umfassender Geräuschszenarien.

Mi. 16:25 N 1080

Gesamtgeräuschbewertung

Am Brunnen vor dem Domeoe - die Wirkung eines Brunnengeräuschs auf die Aufenthaltsqualität eines öffentlichen Platzes. Akustikökologie und Akustikdesign in der Stadtplanung.Martin Koch*Institut für Stadt- und Regionalplanung; TU-Berlin*

Bezogen auf Anforderungen an ein zukünftiges 'urban acoustic-design' im Bereich der Stadtplanung geht es hier exemplarisch um: die Differenzierung der urbanen Klanglandschaft, die Schaffung vom 'Oasen der Ruhe', sowie die Einbindung und Stärkung von Naturgeräuschen in den städtischen Klangalltag. Ausgehend von diesen Anforderungen wird die Wirkung eines Brunnengeräuschs auf die Aufenthaltsqualität eines öffentlichen Platzes untersucht: Stellen Brunnen ein geeignetes Mittel dar, um die klangliche Situation öffentlicher Plätze entsprechend der oben genannten Kriterien zu verbessern? Und wenn ja unter welchen Bedingungen? Zu diesem Zweck wurde ein Untersuchungsansatz entwickelt der versucht durch die Kombination von Messung, Beobachtung, Beschreibung und Befragung verschiedene Dimensionen der Klangwirkung zu erfassen. Aufgrund dieser mehrdimensionalen Vorgehensweise wird hier als Beispiel und Experiment aufgezeigt und erprobt, wie komplexe Klangwirkungen im städtebaulichen Kontext erfasst und bewertet werden können. Perspektivisch wird hier zunächst ein erster Schritt zur Entwicklung einer differenzierten Palette akustischer Gestaltungselemente vorgestellt, die die Eigenheiten und Funktionen verschiedener städtebaulicher Räume klanglich unterstützen können.

Mi. 16:50 N 1080

Gesamtgeräuschbewertung

Gesamtgeräuschbewertung - ein Challenge für die SoundscapeforschungBrigitte Schulte-Fortkamp*Technische Universität Berlin*

Die Bewertung von Gesamtgeräuschen stellt sich nach wie vor als offenes Problem dar. Es gibt vielfältige Lösungsansätze wie etwa den der Äquivalenzbetrachtung von störenden Geräuschen unterschiedlicher Quellen aber eine zukunftsweisende Lösung bezogen auf die Veränderungen von schallbelasteten Situationen bleibt doch fragwürdig. Die Soundscapeforschung bietet neben dem Ansatz der kleinräumigen Betrachtung, etwa dem von

Wohnvierteln unter Einbeziehung derer prägenden Parameter einen anderen Zugang, vielleicht ergänzenden oder gar ersetzenden Ansatz. Hier soll am Beispiel einer Untersuchung in einem Berliner Stadtviertel gezeigt werden, welche Umgebungsparameter greifen, und welche methodischen Ansätze der Evaluation einen neuen Zugang erlauben. Aufgezeigt werden sowohl Messverfahren als auch die Analyse der Daten.

Mi. 14:20 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Kopplung von BEM und Strahlenverfahren zur Berechnung von Schallausbreitung im Freien

Sebastian Hampel, Sabine Langer, Heinz Antes

TU Braunschweig, Institut für Angewandte Mechanik

Die Randelementemethode (BEM) hat sich in der Akustik und speziell für Außenraumprobleme als geeignetes numerisches Verfahren erwiesen, weil damit zum einen der Diskretisierungsaufwand um eine Dimension herabgesetzt wird und zum anderen die Sommerfeld'sche Ausstrahlbedingung implizit erfüllt wird. Ein weiterer Vorteil v.a. gegenüber geometrischen Verfahren wie dem Ray-tracing-Verfahren ist die exakte Erfassung von Wellenphänomenen, da die BEM-Formulierung in der Akustik von der Helmholtz-Gleichung und somit von der Wellentheorie ausgeht. Zu diesen Wellenphänomenen zählt z.B. die Beugung an Hindernissen. Bei der Modellierung eines Mediums mit einem Schallgeschwindigkeitsprofil - resultierend aus Wind- und Temperaturprofilen - treten in Verbindung mit BEM jedoch Schwierigkeiten auf. Schallfeldberechnungen mit solchen meteorologischen Einflüssen und größeren Entfernungen zwischen Quelle und Immissionsort werden in der Praxis häufig mit Ray-tracing-Verfahren durchgeführt. Der Rechenaufwand dieser Verfahren ist in der Regel erheblich geringer als bei Diskretisierungsverfahren wie der BEM und sie können ein Wind- und Temperaturprofil relativ einfach berücksichtigen.

Da der Wellencharakter ernachlässigt wird, eignen sich diese Verfahren jedoch wiederum nicht zur Erfassung von Wellenphänomenen wie Beugung.

Das hybride Modell, das hier vorgestellt wird, soll nun die Vorteile beider Verfahren nutzen. Es verwendet die BEM im Nahfeld der Quelle, wo komplexe Geometrien, Beugung und Mehrfachreflexionen auftreten können und koppelt an das BEM-Modell ein Strahlenmodell, das im Fernfeld den Schalldruck am Empfänger

berechnet. Dazu wird kurz auf die beiden Teilmodelle und auf ihre Kopplung am Interface eingegangen. Das Kopplungsverfahren wird verifiziert und an einem Beispielpapier konkretisiert.

Mi. 14:45 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Simulation und Messung des meteorologischen Einflusses auf die Schallausbreitung

Kati Balogh, Astrid Ziemann, Andreas Pittelkau

Universität Leipzig

Es wird das Schallausbreitungsmodell SMART (Sound propagation model of the atmosphere using ray tracing) vorgestellt, welches auf den Methoden der geometrischen Akustik einschließlich des Einflusses von vertikalen Gradienten meteorologischer Größen auf die Schallausbreitung beruht. In einer vertikal geschichteten Atmosphäre werden die Schallstrahlen zum Boden hin oder von ihm weg gekrümmt. Vom Gesetzgeber anerkannte Berechnungsverfahren behandeln diesen meteorologischen Einfluss jedoch nur in der Form von einfachen Parametern, welche aber nicht alle Zustände in der Atmosphäre genügend beschreiben/erfassen. Lärmverstärkende Situationen, zum Beispiel bei einer mit der Höhe zunehmenden Temperatur im Mitwindbereich, werden im Boden-Meteorologie-Dämpfungsmaß der VDI-Richtlinie 2714 nicht ausreichend betrachtet. Eine Einteilung der meteorologischen Verhältnisse in verschiedene Klassen ermöglicht demgegenüber eine sehr gute Abschätzung des Einflusses von Wind- und Temperaturgradienten auf die Schallausbreitung. Durch den Vergleich der Ergebnisse der Schallausbreitungsmodellierung über einem schallharten und einem vollständig absorbierenden Boden ist eine Abschätzung des maximalen meteorologischen Einflusses auf die Schallausbreitung möglich. Die Ergebnisse für die verschiedenen Profilklassen sind in einer Datenbank gespeichert, auf welche ein plattformunabhängiges Anwendungstool Zugriff hat. Aktuelle Wind- und Temperaturdaten können manuell oder automatisch eingefügt werden. Anhand der vertikalen Wind- und Temperaturgradienten wird die Klassenzugehörigkeit der aktuellen Situation bestimmt. Dem Anwender wird es ermöglicht, eine Abschätzung des meteorologischen Einflusses auf die Schallausbreitung für aktuelle atmosphärische Bedingungen ohne großen Zeitaufwand vorzunehmen und in die Schallimmissionsprognose einzubeziehen. Zur Validierung der Ergebnisse fand im Herbst 2004 eine Messkampagne statt, wobei die gemessenen mit den modellierten Zusatzdämpfungen der Schallpegel verglichen wurden.

Mi. 15:10 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Auswirkungen unterschiedlicher Schallstrahlenmodelle auf die Schallprognose

Astrid Ziemann, Kati Balogh

Universität Leipzig

Die Lärmbelastung an einem Ort ist neben den Eigenschaften der Lärmquelle von den Umgebungsbedingungen während der Schallübertragung abhängig. Zu diesen Bedingungen zählt der aktuelle Zustand der Atmosphäre, insbesondere das vertikale Temperatur- und Windprofil. Das Modell SMART (Sound propagation model of the atmosphere using ray-tracing) berücksichtigt einerseits diesen wichtigen Aspekt des Atmosphäreneinflusses auf die Schallausbreitung und ist andererseits auch operationell für die Beantwortung von Lärmschutzfragen einsetzbar. Ziel dieser Studie ist die Abschätzung der Auswirkungen der Schallstrahlenrefraktion infolge von Temperatur- und Windgradienten auf verschiedene Schallparameter, z.B. die Laufzeit akustischer Signale zwischen einer Schallquelle und einem Immissionsort sowie die Zusatzdämpfung des Schallpegels infolge des Boden-Atmosphäre-Einflusses. Anhand verschiedener Atmosphärenzustände werden die Einflüsse von Temperatur- und Windgradienten auf die Schalllaufzeit im Vergleich zu einer geradlinigen Schallausbreitung entlang der Verbindungslinie zwischen Sender und Empfänger erläutert. Für eine Vielzahl von Vertikalprofilen für Temperatur und Wind wurde außerdem die Zusatzdämpfung des Schallpegels in verschiedensten Abständen von einer Schallquelle bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass der gekoppelte Einfluss von Temperatur- und Windprofil auf die Schallstrahlenrefraktion zum großen Teil keine pauschalen Bewertungen der Schallausbreitungssituation zulässt, vor allem dann, wenn eine weitreichende Schallausbreitung (horizontale Entfernung von der Schallquelle > 1 km) betrachtet wird. Für die Simulationen wurden verschiedene Refraktionsgesetze genutzt. Einerseits wurde das Modell SMART mit einem modifizierten Refraktionsgesetzes für die Schallstrahlenberechnung betrieben, um den Einfluss des Windvektors physikalisch exakt zu erfassen. Andererseits wurde ein Refraktionsgesetz angewendet, dass den vektoriellen Wind einfluss nur annähernd erfasst. Die Analyse der Auswirkungen dieser veränderten Schallstrahlensimulationen auf die Schallprognose wird in der Studie vorgestellt.

Mi. 15:35 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Bestimmung des Krümmungsradius bei Schallausbreitung über große EntfernungenEdmund Buchta, Mattias Trimpop*Institut für Lärmschutz*

Bei der Schallausbreitung über große Entfernungen kann nicht von einer geradlinigen strahlenförmigen Schallausbreitung ausgegangen werden. Durch den Windgradienten in Schallaufrichtung und den Temperaturgradienten wird der Schallstrahl auf seiner Bahn gekrümmt. Die VDI-Richtlinie 2714 bzw. ISO9613-2 geben für Mitwindsituationen einen Krümmungsradius von 5000 m an. Dieses ist jedoch nur bei einer bestimmten Wetterlage der Fall. In anderen Fällen ist mit abweichenden Krümmungsradien zu rechnen. Außerdem ist der Krümmungsradius bei realen Witterungsbedingungen nicht konstant, sondern ändert sich zeitlich und örtlich.

Um Gradientenverläufe zur Validierung von Schallprognoseprogrammen bereit zu stellen, wurden bei Schallausbreitungsmessungen die Windgeschwindigkeit und -richtung von 30 m bis in 240 m Höhe gemessen.

Die sich ergebenden von der Zeit und von der Höhe abhängigen Windgradienten und deren Auswirkungen auf die Schallausbreitung werden diskutiert. Des weiteren wird ein Ausblick auf die Bedeutung dieser Ergebnisse auf die Schallprognose gegeben.

Mi. 16:25 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Ray-Tracing in einem 3-D Wind-Vektor-Feld zur Vorhersage von SchießlärmJürgen Zangers, Karl-Wilhelm Hirsch*Institut für Lärmschutz*

Auf der DAGA 2004 wurden die physikalischen und numerischen Grundlagen eines Schallausbreitungsmodells für Schießlärm vorgestellt, das auf dem Konzept von Pierce des "Wellenfront Ray-Tracings" basiert und Vorhersagen über große Entfernungen in Abhängigkeit vom Wetter gestattet. Für dieses Modell relevante Wettergrößen sind: Windgeschwindigkeitskomponenten in x- y- und z-Richtung, Temperatur und (relative) Feuchtigkeit. Diese Größen sind ortsabhängig, also Funktionen $f(x,y,z)$. Inzwischen wurde das Modell in zwei Richtungen weiterentwickelt: (1) Berücksichtigung höhenabhängiger Messungen an verschiedenen Orten, (2) Reflexion an Aufbauten innerhalb eines

Schießstandes. Zur Berücksichtigung realer Wetterdaten, die als höhenabhängige Messungen an verschiedenen Orten vorliegen, ist ein Verfahren zur räumlichen Mittelung dieser Messungen notwendig. Dieses Verfahren muss Funktionen $f(x,y,z)$ so liefern, dass die Funktionen überall mindesten von der Ordnung C2 sind und die erste Ableitung in z-Richtung für $z = 0$ überall gleich 0 ist. Dabei soll der numerische Aufwand zur Berücksichtigung dieser Daten in den Formeln von Pierce im Hinblick auf die Rechenzeit möglichst gering bleiben. Dies gelingt mit Hilfe einer Kombination von interpolierenden kubischen Spline-Funktionen, Legendre Transformationen und 2-D interpolierenden Oberflächen-Splines. Zur Berücksichtigung der Reflexion an Aufbauten innerhalb eines Schießstandes werden die Aufbauten als konvexe Körper mit 6 Begrenzungsflächen modelliert. Innerhalb des Schießstandes wird ohne Wind gerechnet sowie Temperatur und Feuchtigkeit als konstant angenommen.

Mi. 16:50 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Schallbeugung an rechteckigen Reflexionsflächen

Mattias Trimpop

Institut für Lärmschutz

Viele Schallprognoseprogramme arbeiten nach dem Raytracing-verfahren. Dabei verwenden sie bei der Berücksichtigung von ebenen, schallharten Flächen Spiegelquellen, die entsprechend dem Reflexionsgesetz hinter der schallharten Fläche virtuell lokalisiert sind. Der von den Kanten dieser Flächen erzeugte Beugungsschall wird dabei vernachlässigt. Für viele Lärmprognosebereiche ist diese Vorgehensweise ausreichend.

Gerade im Schießlärm erzeugt der Beugungsschall der oft verwendeten Blenden durch die stark gerichteten Quellen in einigen Winkelbereichen die pegelbestimmenden Beiträge. Die Beugung an diesen Reflexionsflächen kann durch neue Schallquellen berücksichtigt werden, die wiederum weitere Raytracingstrahlen aussenden. Je nach der Anzahl der Ersatzstrahlen wird der Rechenaufwand dadurch sehr viel höher oder die Schallprognose unsicher.

Um eine kontinuierliche Verteilung der Schallenergie bei kurzen Rechenzeiten zu ermöglichen wurde daher das Schallprognoseprogramm WINLARM entwickelt. Die Berechnungsgrundlage waren bisher Quellen oder Quell-Geometriekombinationen mit

real vermessene Ausbreitungs- und Richtcharakteristikparametern. Eine bauliche Veränderung des Quellenbereiches zog damit eine erneute Messung nach sich, was einen hohen zeitlichen Aufwand bedeutete.

Anhand von Messungen an realen Blenden und dem Vergleich mit der ISO9613-2 wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem beliebige Blenden-Kombinationen in eine zu diesem Schallprognoseprogramm konforme Quelle umgerechnet werden können. Die dem Verfahren zugrundeliegenden Messwerte und die Auswertung werden vorgestellt und diskutiert.

Mi. 17:15 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Der Einfluss des radialen Strömungsprofils auf die Schallausbreitung von höheren Moden in zylindrischen Strömungskanälen

Oliver Kornow, Lars Enghardt

DLR Berlin, Abt. Turbulenzforschung

Der Schall von axialen oder radialen Turbomaschinen breitet sich in den angeschlossenen koaxialen oder zylindrischen Strömungskanälen über einen weiten Frequenzbereich in Form von höheren Moden aus. Diese Schallausbreitung wird durch eine konvektive Differentialgleichung beschrieben, für die unter der Annahme von Isentropie, Reibungsfreiheit und Inkompressibilität eine Serie von analytischen Lösungen existiert (die Moden), wenn man als Randbedingung schallharte Wände sowie ein vom Radius unabhängiges Strömungsprofil mit konstanter Machzahl ansetzt.

Für jede ausbreitungsfähige Mode kann die in bzw. gegen Strömungsrichtung trans-portierte Schallleistung analytisch berechnet werden. Das DLR nutzt die analytische Schalldruckbeschreibung in Form von Moden zur Berechnung der Schallleistung von mittels Drucksensoren gemessenen Schallfeldern aus.

Für in diesem Einsatzbereich typische Strömungsgeschwindigkeiten von $Ma=0.3$ stellt sich die Frage, welchen Einfluss ein vorhandenes, aber in der analytischen Lösung nicht berücksichtigtes radiales Strömungsprofil mit Wandgrenzschichten auf die Schallausbreitung hat. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen einer Diplomarbeit ein allgemeiner Ansatz für die Beschreibung der Schallausbreitung in Strömungskanälen verfolgt. Die resultierende Differentialgleichung ist analytisch nicht komplett lösbar, kann aber mittels eines Separationsansatzes in ihre Abhängigkeit von der radialen, der axialen und der Umfangskoordinate zerlegt

werden. Der modale Schalldruckverlauf senkrecht zur Rohrachse wird mit Hilfe numerischer Integrationsverfahren (z.B. Runge-Kutta) berechnet.

Das Paper diskutiert die Abhängigkeit der berechneten Druckprofilformen von Parametern wie Grenzschichtdicke, Machzahl, Grenzschichtprofil, Helmholtzzahl und Modenordnung im Vergleich zur analytischen Lösung ohne Berücksichtigung der Wandgrenzschichten. Ein Ansatz zur Berechnung der Schallleistung wird präsentiert, der eine Erweiterung der analytischen Formulierung darstellt. Die analytisch berechnete und die numerisch bestimmte Schallleistung für ein simuliertes Schallfeld werden verglichen.

Mi. 17:40 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Richtwirkung von Kaminmündungen

Dirk Sagemühl, Werner Straßen

SUA UMG SST

Die Richtwirkung von Kaminmündungen ist von vielen Parametern in unterschiedlicher Weise abhängig, u. a. vom Kaminradius, von der Frequenzverteilung der abgestrahlten Schallleistung, von Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit des Rauchgases und von der Lufttemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit. In Berichten des Umwelt-Bundesamtes, Berlin (1982) und des Fraunhoferinstitutes für Bauphysik Stuttgart (2002) werden die Ergebnisse sehr umfangreicher Untersuchungen zu diesem Thema in Form von Diagrammen wiedergegeben. Ein Spezialfall der Ergebnisse des UBA-Berichtes wurde in der VDI-Richtlinie 2714 aufgenommen. Es werden Algorithmen vorgestellt, die eine Bestimmung des Richtwirkungsmaßes in Abhängigkeit von den oben genannten Parametern für Anwendungsfälle aus der täglichen Praxis ermöglichen. Eine Extrapolation für größere und kleinere Kamindurchmesser über die in den Diagrammen enthaltenen Werte hinaus wird vorgeschlagen. Diese Algorithmen sind auch für kommerzielle Programme zur Schallausbreitungsrechnung verwendbar.

Mi. 18:05 N 1090

Lärmausbreitung: Simulation

Vorhersage der Schallemissionen industrieller FackelsystemeCarl-Christian Hantschk, Edwin Schorer*Müller-BBM GmbH*

Industrielle Fackelsysteme dienen der kontrollierten Verbrennung hoher Massenströme von brennbaren Gasen, wie sie beispielsweise bei An- und Abfahrvorgängen oder Betriebsstörungen in petrochemischen Anlagen anfallen können. Neben anderen umweltrelevanten Gesichtspunkten gewinnen die mit dem Fackelbetrieb verbundenen Schallemissionen zunehmend an Bedeutung, da sich Industrie- und Wohngebiete vielerorts immer häufiger in unmittelbarer Nachbarschaft befinden. Die Installation von Schallschutzmaßnahmen ist nach Inbetriebsetzung der Fackel in der Regel nicht möglich, weil es sich typischerweise um ein sicherheitsrelevantes Anlagenbauteil handelt, das erst bei Stillstand der angeschlossenen Anlage abgeschaltet werden kann. Aus dem selben Grund sind nachträgliche Modifikationen und Anpassungen meist mit extremen Kosten verbunden, weshalb der rechtzeitigen Planung und Implementierung eines geeigneten Schallschutzkonzeptes besondere Bedeutung zukommt. Voraussetzung hierfür ist die Möglichkeit zur Vorhersage der für ein bestimmtes Fackelsystem in den fraglichen Betriebszuständen zu erwartenden Schallemissionen. Dazu müssen die zugehörigen Einzelschallquellen und deren - je nach Betriebszustand unterschiedlicher - Beitrag zur Gesamtschallemission mit ausreichender Genauigkeit aus den im Planungszustand verfügbaren Daten abgeschätzt werden können. Der vorliegende Beitrag geht kurz auf die mit der Verwendung einfacher Modelle zur Berechnung von Fackellärm verbundenen Probleme ein und fasst die für eine genauere Vorhersage relevanten Einzelschallquellen und Einflussgrößen zusammen.

Mi. 15:35 HS 0601

Schall 03

Fortschreibung von Schall 03 und Akustik 04Hans Onnich*Deutsche Bahn AG*

Die derzeitigen Richtlinien 'Schall 03' (Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen) und 'Akustik 04' (Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von

Rangier - und Umschlagbahnhöfen) wurden 1990 verabschiedet und als Anlage 2 in die Verkehrslärmschutzverordnung (16.BImSchV) übernommen. Sowohl auf Grund der rasanten Entwicklung und der gestiegenen Anforderungen beim Bau von neuen Schienenfahrzeugen, neuen Schienenwegen, neuen Anlagen und den Lärminderungsmaßnahmen an diesen Produkten, als auch zur Aufrechterhaltung der Rechtssicherheit dieser Berechnungsverfahren ist es geboten, anhand von neuen Erkenntnissen und Messergebnissen die beiden Richtlinien dem derzeitigen Stand der Technik anzupassen.

Auf der Basis eines umfangreichen Projektes, unter der Leitung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau - und Wohnungswesen (BMVBW) werden in vier Arbeitsgruppen (Emissionen; Abschirmung und Ausbreitung; Emission und Nahverkehr; Akustik 04) die akustischen und physikalischen Grundlagen für die neuen Richtlinien erarbeitet. Ein vom BMVBW geführter Lenkungskreis entscheidet schließlich über Form und Inhalt der neuen Richtlinien.

In dem Vortrag soll über Ziele und Inhalte dieses Projektes, sowie über den derzeitigen Stand der Projektarbeit berichtet werden.

Mi. 16:00 HS 0601

Schall 03

Fortschreibung Schall 03 und Akustik 04, Emissionen

Lou Greven

Deutsche Bahn AG

Emissionskennwerte der fortgeschriebenen Schall 03

Die Emissionskennwerte der Schienenverkehrsgeräusche werden im Zuge der Fortschreibung der Schall 03 überarbeitet. Hierzu wurden in den letzten drei Jahren Beschlüsse gefasst, die die Einführung des längenbezogenen Schallleistungspegels in Oktavspektren zukünftig vorschreiben. Eine neue Differenzierung der Schallquellenhöhen, eine genauere Betrachtung der aerodynamischen Schallquellen und die gezielte Unterscheidung von Brückenkategorien sind einige Punkte, die eine zukünftige Schall 03 anders berechnen wird.

Mi. 16:25 HS 0601

Schall 03

Berücksichtigung von Rollgeräuschen in einer neuen Schall 03Ulrich Kurze, Rolf Diehl*Müller-BBM*

Im Geschwindigkeitsbereich bis 250 km/h bestimmen Rollgeräusche den größten Beitrag zur Geräuschabstrahlung von Bahnen. In einer geplanten Neufassung der Berechnungsvorschrift Schall 03 wird den physikalischen Ursachen der Rollgeräusche dadurch genauer Rechnung getragen als in dem derzeit gültigen Regelwerk, dass die Rauheiten von Rad- und Schienenlauf Flächen getrennt berücksichtigt werden. Damit können Maßnahmen zur Gleispflege und deren Auswirkungen auf die Schallabstrahlung von Fahrzeugen mit unterschiedlichen Bremsbauarten genauer beurteilt werden als durch das bestehende System einer pauschalen Korrektur. Das verwendete Modell schließt an übliche Ansätze der physikalischen Beschreibung von rauen Kontaktflächen und deren Zusammenwirken bei Rollvorgängen an, verwendet jedoch aus messtechnischer Erfahrung abgeleitete Vereinfachungen in Form eines Korrelationsterms und eines einheitlichen frequenzabhängigen Geschwindigkeitsfaktors. Unterschiede im tieffrequenten Bereich zu bestehenden europäischen Rechenmodellen werden auf den Einfluss aerodynamischer Geräusche im Unterflurbereich von Fahrzeugen zurück geführt. Die Abstrahlung der Rollgeräusche von Rädern und Schienen wird der Einfachheit halber unverändert durch eine Quelle in Gleismitte und in Höhe der Schienenoberkante modelliert. Bei Kesselwagen wird eine zusätzliche Ersatzquelle für die vom Rollvorgang verursachte Geräuschabstrahlung der Wagenaufbauten in einer Höhe von 4 m über SO angesetzt.

Mi. 16:50 HS 0601

Schall 03

Berücksichtigung von weiteren Schallquellen in einer neuen Schall 03Bernd Barsikow, Michael Hellmig*Ingenieurbüro akustik-data, Dipl.-Ing. B. Barsikow*

Während das Rollgeräusch die Schallabstrahlung von Eisenbahnen in einem weiten, mittleren Geschwindigkeitsbereich dominiert, sind sowohl bei geringen als auch bei hohen Geschwindigkeiten noch weitere Geräusch-komponenten maßgeblich an der Gesamtemission beteiligt. Zu diesen zählen Antriebs- und

Aggregategeräusche sowie insbesondere Schallquellen aerodynamischen Ursprungs. Im Gegensatz zur derzeit gültigen Schall 03 sollen auch diese Quellen bei Prognosen mittels einer neuen Schall 03 in die zu berechnenden Immissionspegel eingehen. Deren Berücksichtigung und vor allem deren Lage in den Höhenkategorien 0, 4 und 5 m über SO lässt im Vergleich zu früheren Prognosen eine wesentlich genauere Berechnung der Einfügdämpfung von Schallschutzwänden erwarten.

So ergibt sich der bei 200 km/h beginnende, deutliche Rückgang der Wirkung von Schallschutzwänden bei Vorbeifahrten von Hochgeschwindigkeitszügen durch Ansatz der so genannten hochliegenden Schallquellen. Dazu gehören die Wippen und Fußbereiche der Stromabnehmer, wobei verschiedene Bauarten, Betriebszustände und deren Fahrzeugkoordinaten berücksichtigt werden. Hinzukommen gegebenenfalls weitere Schallquellen auf Dachhöhe sowie dieser Höhe zugeordnete Lüfter. Bei den Lüftern wird das Ventilatorgeräusch und das an den Abdeckgittern entstehende aerodynamische Geräusch unterschieden. Erkenntnisse zu den Emissionspegeln und Schalldruckspektren der genannten Quellen wurden in den letzten Jahren insbesondere an ICE- sowie an Güterzügen der DB AG mittels unterschiedlich konfigurierter Mikrofon-Arrays gewonnen. Typische Oktavspektren und Emissionspegel dieser Quellen sollen im vorliegenden Beitrag dargestellt werden.

Mi. 17:15 HS 0601

Schall 03

Die Ermittlung der Schallausbreitung für Schienenverkehrslärm nach Schall 03

Ulrich Möhler, Manfred Liepert

Möhler+Partner

Die Ermittlung der Schallimmissionen im Rahmen der Verkehrslärmschutzverordnung (16.BImSchV) für Schienenverkehrslärm soll in einem angepassten Berechnungsverfahren der Schall03 neu geregelt werden. Das neue Verfahren zur Berechnung der Schallausbreitung wird vorgestellt und die Unterschiede zur derzeit verwendeten Schall 03 aufgezeigt.

Mi. 17:40 HS 0601

Schall 03

Neue Schall 03 für Bahnen nach PBefGFriedrich KrügerSTUVA e.V.

1990 kam die jetzt gültige Schall 03 als Anlage zur 16. BImSchV heraus. Diese Berechnungsvorschrift gilt sowohl für Bahnen nach AEG (Vollbahnen) als auch für Bahnen nach PBefG (Straßen-, U- und Stadtbahnen). Bereits zu diesem Zeitpunkt war klar, dass sie nicht in allen Bereichen den Stand des damaligen Kenntnisstandes reflektierte. Für den Bereich des Nahverkehrs (PBefG) sind hierfür beispielhaft zu nennen: Kurvengeräusche, Geschwindigkeitsabhängigkeit, Fahrbahneinflüsse, Definition Schienenrauheit (durchschnittlich guter Schienenzustand) etc. Bereits im Jahr 1991 wurde mit einer Überarbeitung der Schall 03/90 begonnen. Aus verschiedenen Gründen wurde dann aber der Arbeitskreis aufgelöst. Nach mehreren Anläufen wurde im Jahr 2002 ein weiterer Versuch gestartet eine neue Berechnungsvorschrift zur Ermittlung der Schallimmissionen an Schienenwegen zu erstellen. Hierzu wurden 4 Arbeitsgruppen (AG) gebildet, die jeweils für bestimmte Themenstellungen Vorschläge für eine neue Schall 03 erarbeiten sollen. Der Autor dieses Beitrages ist Obmann der AG 3 - Emission für Bahnen nach PBefG. Er stellt die bisherigen Beratungsergebnisse vor und gibt einen Ausblick auf noch offene Fragestellungen.

Mi. 18:05 HS 0601

Schall 03

Fortschreibung Schall 03/Akustik 04 Arbeitsgruppe 4 Rbf/Ubf (Akustik 04)Stefan JägerDeutsche Bahn AG

Im Rahmen des geplanten Workshops "Fortschreibung von Schall 03 und Akustik 04" soll die Arbeit der Arbeitsgruppe (AG) 4 Akustik 04 vorgestellt werden. Dabei wird berichtet über die Besonderheiten der Rangier- und Umschlagbahnhöfe bei der Einarbeitung der bestehenden Schallquellen in das geplante Quellenmodell und über weitere Aspekte der Fortschreibung. Es wird der aktuelle Stand der Bearbeitung dargelegt und aufgezeigt, was das Ziel der AG 4 ist.

Mi. 15:35 HS 0606 Computersimulation in der Raumakustik

Optimierungsmethode für Systeme zur Generierung von auditiven virtuellen Umgebungen

Andreas Silzle

Ruhr-Universität Bochum

Die Echtzeit-Software IKA-SIM zur Generierung von auditiven virtuellen Umgebungen wird vorgestellt. Die Optimierung eines solchen Systems gestaltet sich schwierig, da es auf der physikalischen Seite durch eine große Anzahl von Parametern beschrieben wird. Diese sollen so eingestellt werden, dass sich eine Hörwahrnehmung ergibt, die einer gewünschten Qualität entspricht. Diese Qualität ist abhängig von der angestrebten Anwendung, für die die auditive virtuelle Umgebung benutzt werden soll. Bisher wurden jeweils einzelne Parameter in langen Hörversuchsreihen untersucht, um ihre Abhängigkeit von der gewünschten Qualität zu ermitteln. Diese Methode berücksichtigt nicht die Abhängigkeiten zwischen den Parametern in Bezug auf die Qualität, und sie berücksichtigt ebenfalls nicht die Gewichtung der Parameter zum Gesamtqualitätsurteil. Mit der neuen perzeptiv orientierten Optimierungsmethode werden diese Zusammenhänge deutlich besser wahrgenommen und können systematischer erfasst werden. Es werden hierbei alle relevanten Parameter dem Hörer in Echtzeit zur Verfügung gestellt, so dass er ein direktes Feedback seiner Einstellungen durch seine Wahrnehmung zur Verfügung hat. Damit lassen sich deutlich effektiver Optimierungsergebnisse erzielen, bei denen der Einfluss einzelner Parameter auf das Gesamturteil deutlich wird. Diese Optimierungsmethode wird vorgestellt und erste Resultate werden präsentiert.

Mi. 16:00 HS 0606 Computersimulation in der Raumakustik

Echtzeit-Implementierung des Spiegelschallquellenverfahrens

Dirk Schröder, Tobias Lentz

RWTH Aachen

Der Stand der Technik erlaubt es inzwischen, sich durch künstlich erzeugte visuelle Welten zu bewegen und erzielt bereits ein hohes Maß an Realität. Dieser Eindruck wird durch die Verbindung mit der zur dargestellten Szene passenden Akustik noch verstärkt. Die Erzeugung der benötigten Signale beschränkt sich jedoch oft auf Quellen im Freifeld, d.h. die Filter zur Erzeugung

der virtuellen Quellen wurden in reflexionsarmer Umgebung gemessen. Eine Erweiterung würde das Einbeziehen der Reflexionen in dem visuell dargestellten Raum darstellen, was jedoch eine Echtzeit-Raumsimulation in gewissen Grenzen bedeutet.

Dieser Beitrag beschreibt die Erweiterung des im Institut für Technische Akustik vorhandenen Systems für die binaurale Synthese um eine echtzeitfähige . Es wird die Implementierung eines Spiegelschallquellenmodells beschrieben, das die Anforderungen der Echtzeit erfüllt und es werden die Unterschiede zu herkömmlichen offline gerechneten Verfahren dargestellt. Bei Echtzeit-Anwendungen ist vor allem darauf zu achten, dass eine geeignete Vorbereitung der Geometriedaten durchgeführt wird, die offline, also vor dem eigentlichen Echtzeitbetrieb stattfinden kann. Ziel ist also, die laufenden Echtzeitberechnungen möglichst rechenzeiteffektiv durchzuführen. Als Plattform für das System soll hier ein PC-System verwendet werden, das ohne spezielle Hardware, wie z.B. DSP-Karten, auskommt. Zudem werden Untersuchungen vorgestellt, in welchen Grenzen die Simulation zur Zeit möglich ist.

Mi. 16:25 HS 0606 Computersimulation in der Raumakustik

Echtzeit-Raumakustiksimulationen für virtuelle Umgebungen

Tobias Lentz, Ingo Assenmacher
RWTH Aachen

In der virtuellen Realität werden dem Benutzer künstliche im Rechner generierte Szenen dargeboten. Diese Szenen sind in erster Instanz plastische Objekte, die mit geeigneter 3D Videotechnik dargestellt werden. Um die Immersion in eine solche Szene zu erhöhen ist die Akustik sehr hilfreich, da ein weiteres Sinnesorgan mit in die virtuelle Umgebung einbezogen wird. Der korrekte akustische Eindruck wird durch die übersprechkompensierte Wiedergabe binauraler Signale bewerkstelligt, die es ermöglicht, an den Ohren des Benutzers ein Schallereignis mit korrektem räumlichen Bezug zu reproduzieren. Dieses Verfahren erfüllt zu diesem Zeitpunkt schon hohe Ansprüche.

Komplexere virtuelle Umgebungen sind Räume, in denen dem Benutzer die Möglichkeit gegeben werden soll, in dieser Szene zu agieren bzw. mit bestimmten Objekten zu interagieren. Da in der virtuellen Szene keine Feifeldbedingungen herrschen sollen, bedeutet dies für den akustischen Teil ebenfalls die Raumakustik

zu berechnen und entsprechend der Benutzeraktion anzupassen. Hier ist also eine Echtzeit-Raumakustiksimulation für virtuelle Umgebungen Voraussetzung, um einen zumindest plausiblen Eindruck zu vermitteln.

In diesem Beitrag werden die verschiedenen Parameter, die für eine echtzeitfähige Raumakustiksimulation relevant sind, betrachtet und das Konzept für die Realisierung vorgestellt. Ein zentraler Punkt ist dabei die Update-Rate der zu berechnenden Raumimpulsantworten, die jedoch bei den verschiedenen Aktionen wie der Bewegung oder Drehung von Benutzer bzw. Quelle unterschiedlich sind und verschiedenen hohen Rechenaufwand verursachen. Weiterhin wird ein System vorgestellt, das die Kopplung der visuellen und akustischen Szene erlaubt und dem Benutzer die Möglichkeit gibt, in dieser zu agieren.

Mi. 16:50 HS 0606 Computersimulation in der Raumakustik

Berechnung des tieffrequenten Schallfeldes in Rundfunkproduktionsräumen

Roman Stumpner

Institut für Rundfunktechnik

Rundfunkproduktionsräume wie beispielsweise Tonregieräume sind häufig nicht größer als 100 m^3 . Die Methoden der geometrischen Akustik (z.B. SSQ) sind in solchen Räumen auf einen Frequenzbereich oberhalb einiger hundert Herz beschränkt. Da bei Musiksignalen Frequenzen ab ca. 50 Hz abgestrahlt werden, ist eine Erweiterung durch leistungsfähigere Methoden notwendig. Um die Simulation tieffrequenter Schallfelder zu verbessern, wurde ein auf Boundary - Elementen basierendes vereinfachtes Verfahren entwickelt. Es zeigt bei akzeptabler Rechenzeit deutliche Verbesserungen gegenüber den rein geometrischen Verfahren. Berichtet wird über den verwendeten Algorithmus und Simulationsergebnisse aus der Praxis.

Mi. 17:15 HS 0606 Computersimulation in der Raumakustik

Einbau von Beugung in raumakustische Strahlverfolgungsprogramme ohne Rechenzeitexplosion - geht das und lohnt sich das ?

Uwe Stephenson

Hochschule für angewandte Wissenschaften, Hamburg

Hauptdefizit der strahlengeometrisch-energetischen Simulationsmethoden in der Raumakustik ist bis heute die mangelnde

Berücksichtigung von Welleneffekten wie Beugung. Es kann abgeschätzt werden, dass Beugung auch in geschlossenen Räumen, z.B. bei einem Orchestergraben, neben den zahlreichen Reflexionen durchaus ins Gewicht fällt, d.h. raumakustische Parameter beeinflusst bzw. hörbar ist. Ziel der Dissertation des Autors war es, jene Modelle durch Einbau von Beugungsmodulen auf tiefere Frequenzen bzw. längere Wellenlängen auszuweiten, und einen einheitlichen Gesamtalgorithmus zu finden, der die beliebige Kopplung von Reflexionen und Beugungen gestattet, aber ohne Explosion der Rechenzeit. Die Lösungsidee hierzu ist: Die Strahlen, die sich bei jeder Streuung aufspalten, müssen auch wieder-vereinigt werden. Dies gelingt durch die Methode der quantisierten Pyramidenstrahlen ("Pyre", s. DAGA 2003). Quantisiert wird dabei der Spiegelquellenraum. In einem iterativen Energieumverteilungsverfahren werden die Pyre quasi-simultan verfolgt und, falls mit einer gewissen Zeittoleranz gleichzeitig auf Oberflächen eintreffend, effizient wieder-vereinigt durch Einsortierung in endlich viele "quantisierte" Pyre. Eine vorherige Zerlegung des Gesamtraums in konvexe Unterräume führt nicht nur zu einer erheblichen Vereinfachung der Pyr-Aufspaltung, sondern auf Randflächen "transparenter Trennwände" kann auch Beugung effizient erfasst werden. Hierfür wurde ein energetisches Strahlen-Beugungs-Modell entwickelt, das, inspiriert von der Unschärferelation, Ablenkungsfunktionen erzeugt, deren Werte um so höher sind, je dichter ein Strahl eine Kante passiert. Die Rechenzeiten dürften für typische Anwendungen auf heutigen PC bei einigen Minuten bis Stunden liegen - wenn auch bei sehr hohem Arbeitsspeicherbedarf. Damit ist nachgewiesen: Einbau von Beugung ohne Rechenzeitexplosion ist machbar. Die vorgeschlagenen Algorithmen sind jedoch noch zu implementieren.

Mi. 17:40 HS 0606 Computersimulation in der Raumakustik

Raumakustische Computersimulation zur Optimierung der Abhörqualität bei Tonproduktionen

Sebastian Goossens, Roman Stumpner

Institut für Rundfunktechnik

Regieräume sollen eine gute Abhörqualität mit einem neutralen Klangbild bieten. Bei der Planung solcher Räume kann eine Computersimulation und Auralisierung der akustischen Abhörsituation besonders hilfreich sein. Bereits vor der Fertigstellung kann die Abhörqualität beurteilt und durch Änderungen in

der akustischen Gestaltung optimiert werden. Um solche hochwertigen Simulationen und Auralisierungen von Schallfeldern in Produktionsräumen zu ermöglichen, wurde im Institut für Rundfunktechnik zum internen Gebrauch eine spezielle Software (AUVIS) entwickelt, die sich in einigen Punkten deutlich von anderen Simulationsprogrammen unterscheidet. Vor einem Jahr auf der CFA/DAGA'04 wurden die gewählten Berechnungsmethoden dargestellt und begründet. Aus dem praktischen Einsatz liegen neue Erkenntnisse in Bezug auf die Ziele der Optimierung und die Methode der Darbietung von Simulationsergebnissen vor, von denen berichtet werden soll. Am Ende eines Optimierungsprozesses muss man sich zwischen Planungsvarianten entscheiden, deren Unterschiede selbst für professionelle Hörer (Toningenieure) nicht leicht zu beurteilen sind. Es besteht die Gefahr, sich für die effektvollere anstatt für die neutrale Planungsvariante zu entscheiden. Die Computersimulation bietet die Möglichkeit, Darbietungsvarianten zu erzeugen, die den Testhörern eine wichtige Orientierungshilfe sind.

Mi. 18:05 HS 0606 Computersimulation in der Raumakustik

Perceptive Evaluation binauraler Auralisationen

Christoph Moldrzyk, Stefan Weinzierl, Tobias Lentz

Visaural

Auf der Grundlage hochauflösend vermessener Außenohrübertragungsfunktionen wurde in einem Hörversuch die Wahrnehmbarkeit von Unterschieden zwischen realer Schallquelle und auralisierter Raumimpulsantwort (vermessen und aus Simulation berechnet) im Auditorium Maximum der TU Berlin untersucht. Dabei wurden insbesondere Einflußfaktoren wie fehlende/vorhandene visuelle Information und Adaption auf den Testraum näher betrachtet. Diskutiert werden sollen in diesem Zusammenhang mögliche Evaluationskriterien und methodische Ansätze für die Durchführung binauraler Hörversuche sowie die Berücksichtigung multimodaler Effekte.

Mi. 15:35 HS 1601 Audiovis. Spracherkennung und Synthese

Adaptive Audio-Visual Speech Recognition with Distorted Audio and Video Data

Martin Heckmann, Frederic Berthommier, Cristophe Savariaux, Kristian Kroschel

Honda Research Institute

Die Kombination von akustischen und visuellen Signalen bei der Spracherkennung führt insbesondere bei starken Hintergrundstörungen zu starken Verbesserungen. Abhängig von den Störungen im akustischen oder visuellen Kanal ist es nützlich, den Einfluss der beiden Kanäle während der Erkennung zu steuern. Wir präsentieren ein System, welches in der Lage ist den Grad der Störungen im akustischen Kanal zu schätzen und abhängig davon dessen Einfluss bei der Erkennung zu kontrollieren. Des weiteren zeigen wir, dass in den meisten Fällen Störungen im visuellen Kanal unberücksichtigt bleiben können ohne damit die Erkennungsergebnisse signifikant zu beeinträchtigen. Hierzu vergleichen wir die mittels des von uns entwickelten Systems zur Schätzung der Gewichte erzielten Ergebnisse mit Ergebnissen, die durch eine manuelle Anpassung der Gewichte an die Störungen im akustischen und visuellen Kanal erreicht werden. Für die Tests verwenden wir eine audio-visuelle Datenbank, welche kontinuierlich gesprochene englische Ziffernfolgen enthält. Dem akustischen und visuellen Kanal wurden dabei unterschiedliche Störungen bei unterschiedlichen SNR-Werten (Signal to Noise Ratio) hinzugemischt. Das Erkennungssystem basiert auf einem hybriden System bestehend aus einem künstlichen neuronalen Netz und einem Hidden-Markov-Model. Damit ist es uns möglich direkt die von dem neuronalen Netz geschätzten a-posteriori Wahrscheinlichkeiten zu gewichten.

Mi. 16:00 HS 1601 Audiovis. Spracherkennung und Synthese

Improving speech recognition by means of pointing gestures

María Sánchez

Infineon Technologies

This paper presents a bimodal system that uses the information from pointing to improve the performance of a speech recognition system. The idea is to use the information from the user's pointing on the screen to rectify the recognition hypotheses when needed. Using a self-generated database, we build a continuous, speaker-dependent Hidden Markov Models based speech recognizer. Its task domain is determined by an e-commerce scenario. Herein, a user purchases items (in our case furniture) from an online store. The vocabulary to be recognized consists of typical phrases appearing in a sales conversation. In this vocabulary, there are a series of words able to be detected by the pointing (for example, left, right, up or down). While the user is speaking,

the system keeps track of the coordinates on the screen she/he is pointing at. This is done by applying a DirectShow ®-Filter which uses a webcam to detect the user's hand movements based on skin color. If one of the direction-indicating keywords appears on the speech recognizer's list of best recognition hypotheses with a confidence score lower than a give threshold, the pointing output in the corresponding time interval is used to rectify the recognition hypotheses.

Mi. 16:25 HS 1601 Audiovis. Spracherkennung und Synthese

Embedded Lip Reading for Automotive Environments

Jesus Fernando Guitarte Pérez, Lukas Lukas, Frank Althoff, Stefan Hoch, Eduardo Lleida Solano
Siemens AG

In this article a complete audio-visual speech recognition system for mobile platforms is presented. It is well known that the use of visual cues improves the recognition results especially in scenarios with high level of acoustical noise. Thus automotive environment is a good example where multiple noise sources degrade the conventional speech recognition systems. As visual feature extraction algorithm for the lip reading system, Discrete Cosine Transformation (DCT) has been discussed. The most significant DCT coefficients have been used for the visual recognition. The audio-visual information integration has also been designed by taking device limitations into account and uses multi-stream as integration strategy. During the last years important improvements have been achieved by using acoustic noise reduction system, e.g. Wiener Filter and Spectral Subtraction. These kinds of techniques improve the results when noise is stationary but in a car environment there are many noises that are not at all stationary like accelerations, clicks, speech interferences. We wanted to compare the performance of lip reading and the conventional noise reduction systems in car environment, as well as the combination of both kinds of solutions. Important improvements are obtained especially for non-stationary background noises like car accelerations or indicators clicks. For this kind of noises lip reading outperforms the results obtained with conventional noise reduction technologies improving the WER by 29% relative for 5 dB SNR (obtained with the audiovisual CUAVE database). Further results with realistic automotive recordings will be presented to show the practicability of lip reading deployment.

Mi. 16:50 HS 1601 Audiovis. Spracherkennung und Synthese

Selforganizing maps for the Classification of Features for Lipreading

Juan Pablo De La Cruz Gutiérrez

Infineon Technologies AG

Perception of both still images and moving objects is a highly nonlinear perceptual phenomena, in particular, that of lipreading. The problem comprise two fundamental stages: selecting a minimal set of data features which represent most of data traits, and opting for an algorithm able to learn nonlinear and changing relationships between those. This paper presents a biologically inspired approach to the case of speechreading, based on wavelet transform, estimation of optical flow and the concept self-organizing maps (SOM). SOM is a neural network model able to automatically categorize input data, extracting its most meaningful characteristics through a nonlinear and quickly converging process. The mapping from feature space into neural layer is ordered, meaning that spatial distribution of categories respond to similarities in terms of some metric defined in the feature space. Therefore, the utility of this approach is twofold: it gives us a better understanding on our data and can be used as a an stage in a multimodal system in conjunction with other techniques, like HMM. Moreover, a real-time implementation of such algorithm is feasible, since fast implementations for each of the elements already exist and have been thoroughly tested.

Mi. 17:15 HS 1601 Audiovis. Spracherkennung und Synthese

Audio-visuelle Synthese mittels HMM basierter Segmentauswahl

Christian Weiss

IKP, Universität Bonn

Text-to-Speech Systeme sind mittlerweile zur Standardanwendung in unterschiedlichsten Anforderungsfeldern gereift. Sie haben jedoch den Nachteil, dass sie beim Menschen die Perzeption auf die akustische Übertragung beschränken. Dies führt in einem störungsbedingtem Umfeld zu einem verminderten Verständnis des akustischen Signals. Daraus resultierend rücken bei der Sprachausgabe von Text-to-Speech Systemen visuelle Erweiterungen immer mehr in den Mittelpunkt, um die Verständlichkeit und den Kommunikationsgrad zu erhöhen. In Entwicklungsprojekten wurden als Erweiterung der Sprachausgabe vor

allem synthetische, dem Menschen nachgebildete 3D Animationen, so genannte "Talking Heads" eingesetzt. Im Gegensatz dazu, zeigt dieser Beitrag eine datenbasierte, video-realistische audio-visuelle Synthese, die mit Hilfe eines prototypischen Entwicklungswerkzeuges generiert wurde. Der Beitrag beschreibt einen praktischen Ansatz für datenbasierte, video-realistische audio-visuelle Synthese auf Basis des Unit Selection Algorithmus sowie einer HMM-basierten Segmentauswahl. Hinzu kommen Algorithmen der Bildverarbeitung und der Multimediaverarbeitung, welche den Audio- und Video-Stream synchronisieren und eine synthetisierte videorealistische Ausgabe erzeugen. Die Ausgabe erscheint als Videosequenz, die unseren Sprecher in einem Nachrichtensprecher angenährten Stil darstellt. Die Systemarchitektur beschreibt die benötigten Ressourcen sowie die Module, welche für die Offline- und Online-Verarbeitung der einzelnen Arbeitsschritte hin zur Syntheseausgabe eingesetzt wurden. Arbeiten, die auf datenbasierte Verfahren mit photorealistischen Sequenzen zurückgreifen, wurden u.a. von Bregler et al., Cossatto et al., sowie von Ezzat et al. vorgestellt.

Mi. 17:40 HS 1601 Audiovis. Spracherkennung und Synthese

An Implementation of the Output System for a Multimodal Man-Machine Communication System

Dario Alonso

Infineon Technologies AG

This paper presents an implementation of the output system for an intelligent man-machine-communication system. The idea is to implement a so-called Virtual Personal Assistant (VPA) in the form of an animated speaking 3D human head model, which interacts with a human user by means of natural communication channels: speech, lips movements, mimics and gaze. The integration of these channels eases the communication and makes it more robust. As a necessary step towards such an architecture, we present a system responsible for the generation of logical output from the human user's point of view, so that he or she can hold a realistic dialog with the machine. Driven by the recognized sentences and by the user's gaze, a virtual 3D head behaves accordingly. For this virtual assistant, a behavior generating mechanism is implemented, which is based on a dynamical systems approach: the overall behavior of the humanoid is generated by means of nonlinear differential equations. As environment for the dialog, an e-commerce scenario was chosen, in which the virtual

assistant describes items selected by the user by means of two possible communication channels: speech and gaze.

Mi. 16:00 N 1179

Fahrzeugakustik: Flugzeuge

Passagierkomfort in der Flugzeugkabine (1/2) - physikalische Messung komfortrelevanter Umgebungsfaktoren

Michael Bellmann, Julia Bastian, Reinhard Weber

Akustik, Institut für Physik der Universität Oldenburg

Ziel der Studie ist die Untersuchung des Einflusses physikalisch erfassbaren Umgebungsfaktoren, die bei dem Entwurf von Flugzeugen planbar sind, auf das Komfortempfinden eines Passagiers in einer Flugzeugkabine. Dazu werden neben der physikalischen Erfassung von Umgebungsfaktoren mit psychologischen Methoden (Fragebögen und Beobachtung) die Wirkungen auf den Passagier untersucht. Zu komfortrelevanten Umgebungsfaktoren zählen u.a. der Sitz, das Umgebungsklima (Lufttemperatur, rel. Luftfeuchte, Druck, Luftgeschwindigkeit), Schall und Vibrationen, die Beleuchtung, sowie die Luftqualität. In diesem und dem folgenden Vortrag wird von einer Messkampagne berichtet, die während zweier innereuropäischen Linienflüge durchgeführt wurde. Während des jeweils zweistündigen Hin- und Rückfluges in einer Boeing 737-800 sind für die Charakterisierung des Schallfeldes in der Kabine sowohl Spektren in unterschiedlichen Flugphasen, als auch an unterschiedlichen Orten in der Flugzeugkabine aufgezeichnet worden. Darüber hinaus ist der Pegelverlauf mit einem Schalldosimeters erfasst worden zusammen mit dem Leq und den Linpeak jeweils im 5s Takt. Zusätzlich zu den akustischen Parametern ist das Umgebungsklima, die Luftqualität und die Beleuchtung, sowie die Sitzumgebung registriert worden. Diese Daten werden in Beziehung zu der Akustik und der jeweiligen Flugsituation gesetzt und diskutiert. (Diese Studie ist Teil des Projektes KATO TP04 (Innovative Kabinentechnologien), das im Rahmen des Luftfahrtforschung und -technologie Programms III des BMWA gefördert wird).

Mi. 16:25 N 1179

Fahrzeugakustik: Flugzeuge

Passagierkomfort in der Flugzeugkabine-Psychologische Erfassung komfortrelevanter Faktoren (2/2)

Julia Bastian

Akustik, Institut für Physik der Universität Oldenburg

Passagierkomfort in der Flugzeugkabine (2/2) - Psychologische Erfassung komfortrelevanter Faktoren

J. Bastian, M. Bellmann, R. Weber Institut für Physik, Fakultät V, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Ziel der Studie ist die Untersuchung des Einflusses physikalisch erfassbarer Umgebungsfaktoren, die bei dem Entwurf von Flugzeugen planbar sind, auf das Komfortempfinden der Passagiere in einer Flugzeugkabine. Dazu werden neben der physikalischen Erfassung von Umgebungsfaktoren mit psychologischen Methoden (Fragebögen und Beobachtung) die Wirkungen auf die Passagiere untersucht. In diesem Vortrag werden psychologische Auswertungen vorgestellt. Da der Komfort der Passagiere in einem Flugzeug von verschiedenen Parametern beeinflusst wird, werden genauere Einblicke auf das Komfortempfinden in körperlicher und psychischer Hinsicht gegeben. Während des jeweils zweistündigen Hin- und Rückfluges in einer Boeing 737-800 werden innerhalb von drei Flugphasen die Veränderungen des eigenen körperlichen und psychischen Empfindens sowie die Bewertung der Umgebung auf fünf- oder siebenstufigen Ratingskalen erfasst. Generell von Bedeutung ist dabei, welche Faktoren besonders wichtig für das Komfortempfinden sind. Des Weiteren werden zeitliche Effekte unterschiedlicher Umgebungsfaktoren auf das Komfortempfinden untersucht. Dazu werden Fragebögen zu unterschiedlichen Zeiten ausgefüllt. (Diese Studie ist Teil des Projektes KATO TP04 (Innovative Kabinentechnologien), das im Rahmen des Luftfahrtforschung und -technologie Programms III des BMWA gefördert wird).

Mi. 16:50 N 1179

Fahrzeugakustik: Flugzeuge

EU-Projekt SEFA: Sounddesign von Flugzeuggeräuschen

Rudolf Bisping

SASS acoustic research & design GmbH

Aufgabenstellung des Teilprojekts WP3 Target Sound Design im Rahmen des EU-Projekts SEFA (Sound Engineering for Aircraft; Koordinator: Dornier GmbH, Friedrichshafen) ist die akustische Optimierung von Flugzeuggeräuschen, um daraus Zielorientierungen für künftige technische Maßnahmen ableiten zu können. Als Ausgangsmaterial für eine erste Versuchsreihe dienten die akustischen Messungen einer repräsentativen Stichprobe von Start- und Landevorgängen. Um eine Basis für die Klassifikation der gemessenen Geräusche zu finden, wurden sie akustisch im Zeit- und Frequenzbereich analysiert und weiterhin von einer

Probandenstichprobe nach unterschiedlichen psychometrischen Kriterien beurteilt. Ausgehend von diesen Daten wurde anschließend ein Satz von Zielgeräuschen erstellt, bei denen bestimmte Phänomene optimiert wurden. Im Vortrag werden zunächst die bisherigen empirischen Ergebnisse vorgestellt und anschließend akustische Beispiele für die klangliche Optimierung einer Reihe typischer Phänomene präsentiert, z.B. die Reduktion von Turbineneffekten oder Geräuschanteilen, die von den Rotoren abgestrahlt werden, etc.

Mi. 17:15 N 1179

Fahrzeugakustik: Flugzeuge

Einfluss des Schalls und anderer Umgebungsvariablen auf das Komfortempfinden in der Flugzeugkabine

Sandra Buss, Roland Kruse, Reinhard Weber
Universität Oldenburg

Der Komfort der Passagiere in einem Flugzeug wird von verschiedenen Parametern beeinflusst. U.a. Umgebungsparameter und das Befinden der Passagiere vor dem Flug wirkt sich möglicherweise auf den empfundenen Komfort aus.

Experimente in einem Flugzeug-Simulator werden durchgeführt, um den Einfluss der Umgebungsparameter auf den Komfort der Passagiere zu untersuchen. Systematisch variiert werden die Umgebungsparameter Schall, Vibrationen, Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Mit einem Fragebogen werden das Komfortempfinden der Passagiere und die Beurteilung der Umgebungsbedingungen erfasst.

Betrachtet wird der Einfluss des Schallpegels auf die Beurteilung der Umgebungsparameter und des Komforts. Außerdem wird der Einfluss der übrigen Umgebungsparameter auf die Schall- und Vibrationsbeurteilung untersucht. Ebenfalls in Betracht gezogen wird der Einfluss des Befindens vor dem Flug auf das Komfortempfinden.

Mi. 16:50 N 1095

Psychoakustik: Verarbeitung

Frequenzübergreifende Prozesse bis zu 4 Oktaven

Stephan Ernst, Jesko Verhey

AG Neurosensorik, Institut f. Physik, Universität Oldenburg

Psychoakustische Messungen zeigen, dass Stimuli mit unterschiedlichem spektralen Gehalt zu einem Objekt zusammengefasst werden, wenn ihre zeitlichen Pegelschwankungen (Einhüllende) gleich sind. Ein Effekt, den man auf diesen Mechanismus

zurückführt, ist "Comodulation Masking Release" (CMR). In CMR Experimenten stellt man fest, dass ein Sinuston durch einen schmalbandigen Maskierer an der Signalfrequenz (on-frequency masker, OFM) schlechter maskiert wird, wenn an einer anderen Frequenz ein zusätzlicher Maskierer (flanking band, FB) mit der gleichen Einhüllenden dargeboten wird. Die meisten in der Literatur dargestellten Experimente dieser Art hatten einen maximalen Frequenzabstand zwischen OFM und FB von bis zu einer Oktave. Ein CMR über drei Oktaven wurden nur von Cohen ([Cohen, M. (1991), JASA 90(3), 1381-1384]) gemessen. Der CMR in ihren Messungen war besonders groß, wenn der FB Pegel größer als der OFM Pegel war. In diesem Beitrag werden neue Ergebnisse mit spektralen Abständen bis zu vier Oktaven und Pegelunterschieden bis zu 60 dB vorgestellt. Ein deutlicher CMR konnte im Mittel über fünf normalhörende Versuchspersonen bis zu einem Abstand von vier Oktaven gemessen werden, sofern der Pegelunterschied zwischen FB und OFM groß genug war. Der Einfluss frequenzübergreifender Prozesse und peripherer Nichtlinearitäten wird im Zusammenhang mit den gemessenen Daten diskutiert.

Mi. 17:15 N 1095

Psychoakustik: Verarbeitung

Prinzipien der kanalübergreifenden Modulationsverarbeitung beim monauralen versus binauralen Hören

Tobias Piechowiak, Stephan Ewert, Torsten Dau

Centre for Applied Hearing Research

Bei der auditorischen Szenenanalyse unterteilt das Hörsystem komplexe Geräuschkulissen in akustische Objekte. Dabei sind die Spektren dieser akustischen Objekte häufig komplex und überlappend, was eine einfache Extraktion und Zuordnung der Objekte auf Basis der peripheren Zerlegung der Frequenzen unmöglich macht. Das auditorische System nutzt offensichtlich andere Signalmerkmale aus, wie z.B. charakteristische Pegelschwankungen in verschiedenen Frequenzbereichen oder auch Harmonizitäten der verschiedenen Frequenzkomponenten. Dabei verhält sich das Gehör bei der Bewertung der Signalinformation 'aktiv', in dem es in verschiedenen akustischen Umgebungen verschiedene Strategien bei der Informationsintegration anwendet. In diesem Beitrag geht es um die quantitative Nachbildung des comodulation masking release (CMR), einem der klassischen Phänomene bei der frequenzgruppenübergreifenden Verarbeitung. CMR beschreibt die Fähigkeit, ein Tonsignal

in einem Hintergrundrauschen besser zu entdecken, wenn die Frequenzkomponenten des Hintergrundrauschens in ihren zeitlichen Einhüllenden korreliert sind. Das verwendete Signalverarbeitungsmodell beinhaltet eine Stufe, die einen Vergleich der Einhüllendeninformation zwischen den Frequenzgruppen vornimmt. Der Mechanismus wird dabei ähnlich wie beim Equalization-Cancellation-Ansatz in der binauralen Modellierung angenommen. Der Vergleich der Einhüllenden erfolgt im Rahmen des Modells am Ausgang der modulationsfrequenzselektiven Vorverarbeitung innerhalb jeder einzelnen Frequenzgruppe. Das Modell wird in einer Reihe 'kritischer' experimenteller Konditionen getestet. Parallelen und Unterschiede zwischen der monauralen frequenzgruppenübergreifenden Verarbeitung (beim CMR) und der binauralen Verarbeitung (beim binaural masking level difference, BMLD), sowie Grenzen des vorgestellten Modellkonzeptes in komplexen akustischen Umgebungen werden diskutiert.

Mi. 17:40 N 1095

Psychoakustik: Verarbeitung

Auditory Stream Segregation: Neurophysiological Perspectives from the Songbird Forebrain

Mark Bee, Georg Klump
Universität Oldenburg

Auditory stream segregation refers to processes by which auditory systems group sensory input to form coherent perceptual representations ("auditory streams") of various sound sources. One well-studied stream segregation phenomenon is the "streaming effect," in which sequences of alternating tones (*ABA-ABA-...*) are segregated into auditory streams corresponding to separate tone sequences (*A-A-A-A-and-B-B-B-B*). In humans, the streaming effect is promoted at larger frequency differences (ΔF) between A and B tones, faster tone repetition times (TRT), and longer tone durations (TD) at a given TRT. The streaming effect is likely promoted by stimulus properties that increase the spatial separation of excitation in the tonotopically organized auditory system. We investigated the neural basis of the streaming effect in the European starling (*Sturnus vulgaris*) by recording responses to interleaved *ABA-* tone sequences in the auditory forebrain. The frequency of the A tones was specified as the recording site's "characteristic frequency" (CF); frequencies of the B tones differed from the CF in 6 steps over a 1-octave range. Separate tone sequences at each ΔF had TDs of 25ms, 40ms, or

100ms and TRTs of 100%, 200%, 400%, or 800% of the TD. Responses to CF A tones were robust, while responses to non-CF B tones exhibited marked suppression as ΔF increased, and this suppression was enhanced at shorter inter-tone intervals, especially at smaller values of ΔF . Together, these findings suggest that frequency selectivity and forward masking are two low-level, non-attentive processes that may contribute to the auditory streaming effect.

Mi. 18:05 N 1095

Psychoakustik: Verarbeitung

Frequenzselektivität bei der Wahrnehmung von vertikalen Ganzkörpervibrationen

Michael Bellmann, Stephan Ewert

Akustik, Institut für Physik der Universität Oldenburg

In dieser Studie sind maskierte Detektionsschwellen für vertikale Ganzkörpervibrationen bei sitzenden Versuchspersonen untersucht worden. Dazu wurden zwei grundlegende Experimente durchgeführt. In einem ersten Versuch sind Detektionsschwellen für eine 8 Hz Sinusvibration (Signalvibration) bestimmt worden in Anwesenheit eines sinusförmigen und eines schmalbandigen Rauschmaskierers. Dieses Experiment ist mit drei verschiedenen Amplituden der Maskierungsvibration durchgeführt worden. Die Bandbreite des Maskierers beträgt konstant 2.8 Hz und entspricht einer Bandbreite von 1/2 Oktave in Relation zu der Signalvibration bei 8 Hz. Für beide unterschiedlichen Maskierer steigen die Detektionsschwellen erwartungsgemäß proportional zur Amplitude des Maskierers an (Webersches Gesetz). In einem zweiten Versuch sind die Masked-Threshold Patterns (MTP, auf Deutsch: maskierte Schwellenmuster), die die Signalvibrationsschwellen in Abhängigkeit der Maskierungsvibrationsfrequenz darstellen, bestimmt worden für Signalfrequenzen von $f_s = 4, 8, 16$ und 32 Hz. Das Maskierungssignal ist dabei ein schmalbandiges 1/2 oktavbreites Gaußsches Vibrationssignal mit einer Mittenfrequenzen f_c , die im Bereich von 4 bis 64 Hz variiert worden ist. Zusätzlich sind die absoluten Perzeptionsschwellen (in Abwesenheit eines Maskierers) für die Signalvibrationen ermittelt worden. Die MTPs weisen eine ausgeprägte Bandpassform auf mit einem Peak bei der die Signalfrequenz gleich der Mittenfrequenz des Maskierers beträgt ($f_s = f_c$). Die Ergebnisse lassen vermuten, dass eine breit abgestimmte frequenzselektive Verarbeitung der Ganzkörpervibrationen beim menschlichen Vibrationsempfinden existiert. Auf der Grundlage der o.g. Ergebnisse

wird eine generelle Struktur eines Human Response to Vibration Modells (HRVM) vorgestellt und diskutiert.

Mi. 17:15 N 1080

Geräuschbeurteilung 1

Tonhaltigkeit - Erläuterungen zum Weißdruck der DIN 45681

Lothar Schmidt, Dirk Sagemühl

SUA UMG SST

Im Januar 1992 wurde der erste Entwurf der DIN 45681 "Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen" veröffentlicht. Im November 2002 erschien der zweite Entwurf mit einer Reihe von Änderungen und Ergänzungen. Nach eingehenden Beratungen soll im März 2004 der Weißdruck dieser Norm veröffentlicht werden, der weitere Änderungen und Ergänzungen enthält. U. a. wird nicht mehr zwischen stationären und instationären Geräuschen unterschieden. Es werden mehrere zeitlich versetzte Schmalband-Mittelungsspektren über eine Messzeit von jeweils etwa 3 Sekunden gefordert und ein Berechnungsverfahren zur Unsicherheit der Differenz DL wird angegeben. Diese Änderungen und ihre Hintergründe sollen erläutert werden.

Mi. 17:40 N 1080

Geräuschbeurteilung 1

Potentiale von Terzspektren zur Bewertung der Tonhaltigkeit - Analyse von Schienenfahrzeuggeräuschen und subjektiven Urteilen

Dorothea Salz, Markus Hecht, Brigitte Schulte-Fortkamp

Technische Universität Berlin

Bisher existiert kein Bewertungsverfahren für die Tonhaltigkeit, welches auf alle Arten der Schienenfahrzeuggeräusche anwendbar ist. Terzspektren-Verfahren bieten die Chance, wesentliche Aspekte auch bei der Bewertung der Tonhaltigkeit zu erfassen und schnell Eingang in die Praxis zu finden. Die zu beantwortende Frage lautet: Sind die wesentlichen Strategien zur Beurteilung der Tonhaltigkeit von Schienenfahrzeuggeräuschen mittels Terzspektren-Verfahren darstellbar?

Schienenfahrzeuggeräusche sind durch zeitliche Veränderungen charakterisiert. Die entwickelten auf Terzspektren basierenden Verfahren können sowohl den zeitlichen Verlauf und die

Frequenzlage der tonhaltigen Komponenten als auch Maskierungseffekte in die Geräuschbewertung einbeziehen. Die berechneten Tonhaltigkeiten werden mit den subjektiven Urteilen zur Tonhaltigkeit und Unangenehmheit von Schienenfahrzeuggeräuschen verglichen. Weiterhin werden Vergleiche zu Ergebnissen anderer Verfahren zur Tonhaltigkeitsbewertung (DIN 45681, PR-Verfahren, Terzspektren-Verfahren) gezogen. Die Grundlage für die Erfassung der subjektiven Empfindung der Tonhaltigkeit bilden zwei psychoakustische Laborstudien, aufgebaut nach der Methode des vollständigen Paarvergleichs mit intermittierendem Lauten Denken. Mittels Hauptkomponentenanalysen werden Urteilsstrategien aufgedeckt und näher beleuchtet. Die ermittelten Einflussparameter auf das Tonhaltigkeitsempfinden fließen in die Terzspektrenbasierten-Verfahren ein. Insbesondere für instationäre Geräusche konkurrieren unterschiedliche Bewertungsstrategien zur Beurteilung der Tonhaltigkeit. Die mittels der Terzspektren-basierten Verfahren berechneten Tonhaltigkeiten weisen signifikant hohe Korrelationen zu den Urteilen der psychoakustischen Versuche auf.

Poster Mittwoch

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Automatic classification of environmental sounds

Janto Skowronek, Monika Kappellmann, Martin McKinney

Philips Research Laboratories

Automatic classification of environmental sounds

Environmental sound classification is useful for various applications in multimedia processing (e.g. movie scene recognition) or hearing instruments (e.g. automatic parameter setting). While it is straightforward to automatically distinguish between audio classes such as speech and music, it is difficult to generate a detailed description of environmental sounds.

In this study we investigated what classes can be defined for environmental sounds and what signal features are useful for an automatic classification of environmental sounds.

First we implemented a classification algorithm, which uses standard low-level features (e.g. spectral properties) and features developed for hearing aid devices (e.g. amplitude statistics). Then we grouped about 1200 environmental sounds into self-defined classes based on (perceptual) signal properties, type of sound source and meaning. Finally we performed classification experiments in which we obtained poor classification accuracies, although the feature sets have been successfully used in other classification tasks.

A detailed analysis suggests that rather the class definitions than the descriptive power of the features seemed to be problematic. One major reason was that our criteria for defining the classes aimed at different levels of information within environmental sounds, e.g. signal properties vs. meaning. In order to avoid such ambiguous class definitions in the future, we propose a taxonomy that provides a systematical overview of criteria for defining classes of environmental sounds. Future experiments have to show to what extent this taxonomy helps in finding better classes.

Allgemeines zu flächenbezogenen Schalleistungspegeln und neue Festsetzungsmöglichkeit zur Immissionswirksamkeit im Bebauungsplan

Johann Storr

BEKON Lärmschutz & Akustik GmbH

Zusammenfassung Die Regelung der zulässigen Lärmemissionen im Rahmen der Aufstellung von Bebauungsplänen für Gewerbe- und Industriegebiet hat sich durch die Festsetzung von flächenbezogenen Schalleistungspegeln in der Vergangenheit bewährt. Die Zulässigkeit dieser Festsetzung wurde in der Rechtsprechung bestätigt. Dies gilt auch für die Festsetzung von immissionswirksamen flächenbezogenen Schalleistungspegeln. In besonderen Ausnahmefällen kann es sinnvoll sein, eine richtungsabhängige zulässige Schallemission festzusetzen. Aus rechtlicher Sicht ist festzustellen, dass sich aus der Festsetzung von flächenbezogenen Schalleistungspegel keine Schutzfunktion für die unmittelbar im Gewerbe- oder Industriegebiet benachbarten Wohnungen oder sonstige schützenwerte Nutzungen ergibt. Eine Gliederung eines Gewerbe- oder Industriegebietes ist auch dann möglich, wenn sich im Gemeindegebiet kein ungegliedertes Gewerbe- oder Industriegebiet befindet.

Summary The regulation of permissible noise emissions in the framework of setting up development plans for commercial and industrial areas has proven itself in the past by stipulating area-based sound power levels. The admissibility of this stipulation was confirmed in court decisions. This also applies to stipulating area-based sound power levels that have an emission effect. In special exceptional cases, it can be useful to stipulate a permissible acoustic emission that is direction dependent. From the legal point of view, it must be ascertained that stipulating area-based sound power levels does not result in any protective function for dwellings or other utilizations deserving protection immediately neighboring the commercial or industrial area. It is possible to subdivide a commercial or industrial area, even if there are no commercial or industrial areas in the local authority area that are not subdivided.

Untersuchungen zur Akustik der großkalibrigen Panzerhaubitze 2000 mit tieffrequentem Impulslärm

Silvester Siegmann, Heinz Brinkmann, Klaus Siegmund, Elisabeth Borsch-Galetke

Inst. f. Arbeits- und Sozialmedizin

Ziel: In diesem Beitrag wird die Akustik der großkalibrigen Panzerhaubitze 2000 mit tief-frequentem Impulslärm beschrieben. Das besondere Interesse für die physikalische Knall-belastung gilt neben der von der Entfernung zur Schallquelle abhängigen Pegelhöhe und der Wirkdauer der Frequenzzusammensetzung der einzelnen Knalle. Methode: Die Auswertung der Impulssignale erfolgte in allen Fällen mit "Messsystemen zur Messung und Auswertung von Waffenlärm". Hierbei handelt es sich jeweils um eine Workstation, für die das Deutsch-Französische Forschungsinstitut (ISL) eine spezielle Anwender-Software unter der Bezeichnung "INAS" entwickelt hatte. Die Messungen erfolgten sowohl innerhalb des Kampfraumes als auch außerhalb. Ergebnisse: Insgesamt wird festgehalten, dass sowohl am Messpunkt "Außen" als auch im Kampfraum die Hauptenergie im Tieffrequenzgebiet unter 125 Hz abgegeben wurde. Verglichen wurden auch die Freifeldsignale und die Kunstkopfsignale. Bei dieser Gelegenheit wurde erstmalig festgestellt, dass das mit einem Kunstkopf aufgezeichnete Signal keinen höheren Spitzendruckpegel aufweisen muss, als das mit einem Freifeldmikrofon aufgezeichnete Signal. In den Spektren der beiden Signale lassen sich im tieffrequenten Bereich (bis etwa 1.000Hz) auch kaum Unterschiede feststellen. Im Bereich von ca. 1.500Hz bis 10.000Hz allerdings sind bei der Messung mit dem Kunstkopf die Frequenzanteile stärker ausgeprägt. Auch die Übertragungsfunktion (Insertion Loss), zeigt entsprechende Ergebnisse (Überhöhung etwa 16dB bei 3.150Hz). Sowohl beim Freifeld-Signal als auch beim Kunstkopfsignal wird der Druck-Zeit-Verlauf und damit auch der Spitzendruckpegel und die Wirkzeit vornehmlich durch die tieffrequenten Knallanteile im Kampfraum der Panzerhaubitze bestimmt.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Untersuchungen zu Befindlichkeitsstörungen vor und nach hochpegeligen Impulsschalleinwirkungen

Silvester Siegmann, Uwe Hofbauer, Thomas Muth, Robert Gemblar, Klaus Siegmund, Elisabeth Borsch-Galetke

Inst. f. Arbeits- und Sozialmedizin

Ziel der vorliegenden Untersuchung waren die Auswirkungen von hochenergetischem Schall auf die aktuelle psychophysiologische Befindlichkeit. 152 Probanden wurden in fünf verschiedenen Belastungsgruppen (unterschiedliche Anzahl von Schüssen) vor und nach einer Schießübung an einer Panzerhaubitze mit drei psychologischen Standardskalen untersucht.

Ergebnisse: Zwischen den fünf Belastungsgruppen zeigten sich weder vor noch nach dem Schießen statistisch relevante Unterschiede. Die Werte der Beschwerdeliste (B-L) lagen zwischen 6,8 und 9,3. Bei der Befindlichkeit (Bf-S) reichten die Werte von 11,7 bis 16,2. Im Vergleich Vorher-Nachher wurde für die belasteten Gruppen ein teils deutlich verbesserte Befindlichkeit deutlich. Der Unterschied betrug 1,4 Skalenpunkte (n.s.). Die State-Angst fiel von 39,4 auf 36,8 ($t=4,5$; $p < 0,05$). Die Summe der akuten Beschwerden nahm von 7,2 auf 6,8 ab (n.s.). Lediglich in der Gruppe mit der höchsten Schussbelastung stieg die durchschnittliche Zahl der Beschwerden von 7,4 (vorher) auf 9,8 (nachher) an (n.s.).

Insgesamt konnte bei der überwiegenden Anzahl der Probanden kein nennenswerter Effekt der Belastung festgestellt werden. Der scheinbar paradoxe Effekt einer Verbesserung im Befinden kann mit der Aufregung vor der Übung und der nachfolgende Entspannung erklärt werden. Andererseits deuten die Ergebnisse der hochbelasteten Gruppe darauf hin, dass es eine Schwelle der Verträglichkeit gibt, die noch näher bestimmt werden sollte.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Entwicklung eines "human response models" für das fliegende Personal - Einfluss von Schall und Schwingungen

Nils Freese, Ingo Baumann

Universität Oldenburg

Im Rahmen des EU-geförderten HEACE-Projekts (www.heace.org) wurden Experimente zu den möglichen Auswirkungen von Umweltparametern am Arbeitsplatz auf die

Crew von Verkehrsflugzeugen durchgeführt. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines "human response models".

Die Experimente wurden sowohl in Simulatoren als auch in realen Langstrecken-Flügen (Richtung Fern-Ost) durchgeführt.

Neben physikalischen Parametern wie zum Beispiel Schall / Vibrationen, Luftqualität und -temperatur wurden zusammen mit Projektpartnern Daten von Versuchspersonen durch physiologische Messungen (wie z.B. Cortisol-Spiegel und Herzfrequenz) und durch Fragebögen erhoben.

Verschiedene charakteristische Wohlfühlgrößen wurden durch statistische Methoden (data-mining) aus den erhobenen Daten entwickelt. Sie sind Bestandteil des sich in der Entwicklung befindlichen Modells zur Vorhersage menschlicher Reaktion auf Umweltparameter in Flugzeuginnenräumen.

Vorgestellt wird ein Vergleich der Resultate aus den vibroakustischen Daten der realen Flüge mit denen der Simulationsversuche.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Lärmbelastung und umweltbezogene Gesundheitsbeschwerden

Thomas Muth, Elisabeth Borsch-Galetke

Inst. f. Arbeits- und Sozialmedizin

Fragestellung: In der Umweltmedizin wird die Rolle von Schadstoffexpositionen kontrovers diskutiert. Belastungen durch Lärm spielen dabei noch eine untergeordnete Rolle. Es fragt sich, ob bei Patienten mit umweltbezogenen Gesundheitsbeschwerden der Einfluss einer Belastung durch Umweltlärm gezeigt werden kann. Methode: Im Rahmen der Begleituntersuchungen zur Rahmenvereinbarung Umweltmedizin in Westfalen Lippe werden Anamnesen bei Umweltpatienten durch den behandelnden Arzt standardisiert dokumentiert. Gesundheitliche Beschwerden werden mit Hilfe einer Liste von 17 Symptomen beschrieben. Lärmbelastung und -wirkung werden durch Fragen nach Wohnbedingungen und erlebter Lärmbelästigung erfasst.

Ergebnisse: Anamnesedaten von 6.650 Patienten lagen zur Auswertung vor. 66% der Patienten waren weiblich, die meisten zwischen 30 und 59 Jahren alt. Die Patienten wohnten überwiegend an Nebenstraßen (71%), etwa gleich viele an Verbindungs- (14%) und Hauptverkehrsstraßen (15%). Mit der Straßengröße nahm auch der Anteil von Lärmbelästigten zu. Nur 7% der Anlieger von Nebenstraßen gaben eine Belästigung durch Lärm zu

Protokoll, dagegen 14% an Verbindungs- und 24% an Hauptstraßen. Unabhängig von der Wohnsituation rangierte die Lärmbelastigung in der multiplen Analyse als wesentlicher Einflussfaktor für die Anzahl von Beschwerdesymptomen ($p < 0,001$, $r = 0,33$) noch vor Alter und Geschlecht. Vor allem das Risiko für Symptome wie 'Innere Unruhe' ($OR = 2,7$) und 'Müdigkeit/Antriebsstörungen' erhöht sich bei Lärmbelastigten. Ein Einfluss z.B. auf Beschwerden der Atemwege konnte nicht gezeigt werden. Schlussfolgerung: Lärm erweist sich als bedeutender Faktor bei umweltbezogenen Gesundheitsbeschwerden. Da in der vorliegenden Arbeit keine objektiven Belastungsparameter zur Verfügung standen, muss zunächst offen bleiben, ob es sich hier um Lärmwirkungen, um eine eher personengebundene Besonderheit bei der Verarbeitung und Bewertung von Umwelteinflüssen oder ein Zusammenwirken beider Mechanismen handelt.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Das Körperschallgeräuschnormal als standardisierte Schallquelle zur Messung von Installationsgeräuschen

Lutz Weber, Joachim Mohr, Pascal Teller

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Installationsgeräusche rufen häufig Lärmbelastigungen hervor und unterliegen deshalb strengen Schallschutzanforderungen. Besonders störend wirken die beim Baden und Duschen auftretenden Geräusche. Sie entstehen, wenn der aus dem Brausekopf austretende Wasserstrahl auf den Wannenboden bzw. - bei gefüllter Wanne - auf die Wasseroberfläche trifft. Da Brauseköpfe je nach Bauart und Einstellung eine unterschiedliche Strahlcharakteristik aufweisen, sind sie für Messungen im Prüfstand nicht geeignet. Ersatzweise wird stattdessen ein sogenanntes Körperschallgeräuschnormal (KGN) verwendet, das einen gut definierten, reproduzierbaren Wasserstrahl erzeugt und zudem auf ein genormtes Bauteil (Installationsgeräuschnormal nach DIN EN ISO 3822-1) zurückführbar ist. In dem Beitrag wird über langjährige praktische Erfahrungen bei Verwendung des KGN berichtet. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf dem Vergleich des KGN-Schallpegels mit den Geräuschpegeln handelsüblicher Brauseköpfe. Des weiteren werden die maßgebenden messtechnischen Einflussgrößen (Wasserdruck, Abstand zwischen KGN und Wanne, Aufprallstelle des Wasserstrahls) untersucht, welche die erreichte Messgenauigkeit bestimmen.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Berechnung der Trittschalldämmung von Holzbalkendecken anhand der Finiten Elemente MethodeAndreas Rabold, Dominik Scholz, Ernst Rank*LSW-Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik*

Die Forschung und Entwicklung im Bereich der Bauakustik erfolgt bislang schwerpunktmäßig durch umfangreiche messtechnische Parameterstudien. Durch den daraus resultierenden hohen Messaufwand ist die Forschung langwierig und teuer. Eine wesentliche Reduzierung dieser Kosten könnte dadurch erreicht werden, dass die aufwändigen Bauteil-Parameterstudien nicht mehr ausschließlich durch Messungen erfolgen, sondern auch anhand von geeigneten Berechnungsmodellen durchgeführt werden. Die gängigen Modelle zur Berechnung der Schalldämmung von Bauteilen basieren auf den Messwerten einzelner Bauteil-komponenten oder -schichten. Diese Modelle sind für die Optimierung des Bauteils anhand von Parameterstudien vom Ansatz her ungeeignet. Eine bislang wenig beachtete Alternative bietet die Berechnung durch die Finite Element Methode (FEM). Die mit der FEM berechneten Eigenwerte und Eigenmoden des Bauteils bilden die Basis um durch die Modalanalyse Rückschlüsse für die Bauteiloptimierung ziehen zu können. Nachfolgend wird die Anwendung dieser Methode zur Berechnung der Eigenmoden des zu optimierenden Bauteils vorgestellt und auf die Berechnung der Trittschalldämmung anhand der Modalanalyse eingegangen. Die Berechnungsbeispiele werden mit Messwerten verschiedener Bauteile verglichen.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Betrachtung der turbulente Anströmung von Motorradhelmen unter strömungsakustischen AspektenJörg Rothhämel, Gerd Janke, Oliver Schimpf*Schuberth Engineering AG*

Die Ursache von Strömungsgeräuschen ist generell die Verwirbelung strömender Luft. Turbulente Geschwindigkeitsfluktuationen erzeugen an überströmten Wänden lokale Wechseldruckgebiete geringer räumlicher Kohärenz, aber - für akustische Maßstäbe - enorm hoher Intensität. Mittels Laser-Doppler-Anemometrie wird das turbulente Strömungsfeld um den Motorradhelm herum vermessen. Die Strömungsturbulenz wird mit akustischen Messungen mittels Messmikrofon und Nasenkonus in der Strömung

verglichen. Am Beispiel eines Motorrads mit höhenverstellbarem Windschild wird der Einfluss der Höhe dieser Scheibe auf das Strömungsgeräusch dargestellt.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Charakterisierung einzelner Ultraschallwandler für den Aufbau eines mehrelementigen parametrischen Lautsprechers

Jens Rautenberg, Bernd Henning

Universität Paderborn, EIM-E, Elektrische Messtechnik

In den bekannten grundlegenden Ausführungen zur Erzeugung hörbaren Schalls durch Eigendemodulation amplitudenmodulierten Leistungsultraschalls (siehe u.a. Westervelt, Berkay) wird von zwei räumlich übereinander liegenden Wellen unterschiedlicher Frequenz im nichtlinearen Medium ausgegangen, so dass neben ihren Harmonischen auch Summen- und Differenzfrequenzen entstehen. Die perfekte räumliche Ueberdeckung der Wellen im Freifeld kann mit herkömmlichen Schallwandlern allerdings nur unzulänglich erreicht werden. Trotzdem sind in der Vergangenheit einige so genannte parametrische Lautsprecher entwickelt worden. Um annähernd die erwähnten Voraussetzungen zu gewährleisten, sind gängige Systeme mit einem Durchmesser von ca. 30 cm relativ groß. Dies soll auch dem angestrebten Sekundärschalldruck Rechnung tragen, der linear mit der effektiv abstrahlenden Fläche wächst. Zum Aufbau dieser großen Flächen werden teilweise viele kleine Ultraschallwandler zu einem Array zusammengesetzt. Der hohe Preis einzelner Wandler aber auch die notwendige Sortierung beispielsweise bezüglich ihrer Mittenfrequenz macht den Aufbau solcher Systeme aufwändig. Erst am vollständig aufgebauten Array werden schließlich Frequenzgang und Richtcharakteristik des Sekundärschalls ermittelt. Im Sinne kürzerer Entwicklungszeiten und -kosten wäre es wünschenswert, bereits vor dem Aufbau des Arrays allein durch Untersuchung des einzelnen Ultraschallwandlers eine Prognose über die zu erwartenden Eigenschaften des Gesamtsystems vornehmen zu können. In diesem Beitrag wird ein Versuchsaufbau vorgestellt, der unter strenger Beachtung der anfangs erwähnten Voraussetzungen die parametrische Schallerzeugung mit nur einem Ultraschallwandler kleiner Baugröße erlaubt. Die Frequenzgänge des Sekundärschalls von Einzelelement und Array werden bei entsprechender Distanz gegenübergestellt. Vorzüge des

neuen Messaufbaus, beispielsweise die Möglichkeit zur Variation von Druck, Temperatur oder Luftfeuchtigkeit, um atmosphärische Einflüsse auf die parametrische Schallerzeugung zu untersuchen, werden skizziert.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Ein verteiltes Informationssystem zur Forschungskooperation in der Bioakustik

Rolf Bardeli, Michael Clausen, Karl-Heinz Frommolt, Frank Kurth
Universität Bonn

Zur Zeit existieren weltweit einige wenige Tierstimmenarchive mit größeren Datenbeständen analoger Tonaufnahmen. Hinzu kommt eine große Zahl kleinerer, auf bestimmte Arten eingeschränkter Spezialarchive. Trotz begonnener Digitalisierungsbestrebungen gibt es zur Zeit keine allgemein verfügbaren Informationssysteme, die die wissenschaftliche Kooperation im Bereich der Bioakustik unter Einbeziehung multimedialer Aspekte ermöglichen. In diesem Beitrag wird ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördertes Kooperationsprojekt vorgestellt, dessen Ziel noch allgemeiner der Aufbau einer internetbasierten Informationsinfrastruktur zur Forschungskooperation im Bereich Bioakustik ist. Das Projekt baut dabei konkret auf dem momentan in der Digitalisierungsphase befindlichen Datenbestand des Tierstimmenarchivs der HU Berlin auf. Zentrale Aspekte sind dabei der dauerhafte Einsatz des Systems am Tierstimmenarchiv der HU Berlin, die Realisierung eines Zugriffs-konzepts für kooperative Nutzung mit der Möglichkeit zur Integration oder verteilten Anbindung von Daten externer Archive, die integrierte Darstellung multimedialer Information (akustische Daten, visuelle Daten wie Spektrogramme, textuelle Daten, bibliographische Daten) und insbesondere die Konzipierung des Einsatzes inhaltsbasierter Retrievalfunktionalität etwa zur automatischen Erkennung von Tierarten oder bestimmter Individuen anhand gegebener akustischer Aufnahmen.

Mi. 10:00 Foyer Audimax Poster

Posters 2

Lärmpakt Hessen

Wolfgang Eberle

Hess. Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbrauchers.

Im hessischen Regierungsprogramm 2003 ist die Einrichtung eines "Modellprojektes Lärmpakt Hessen" enthalten. Eine Arbeitsgruppe der Ministerien hat diesem Auftrag entsprechend ein Programm zur Minderung des Lärms mit Schwerpunkt Straßenverkehrslärm erstellt. Es enthält als Bausteine "Kommunale Lärminderungsplanung", "Technische Lärminderung" und "Wissensvermittlung, Information, Kommunikation". Bei der Umsetzung sind die kooperative Einbindung der Partner und die Information der Öffentlichkeit wichtig. Neben der Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie sind als Maßnahmen beispielhaft sind zu nennen:

Lärmbelästigung in Hessen 2004: "Lärmometer" Die repräsentative landesweite Telefonbefragung gibt nach den verschiedenen Lärmquellen aufgeschlüsselt Auskunft zur Lärmbelästigung für das Land Hessen und für jeden der drei hessischen Regierungsbezirke. Für die 26 hessischen Landkreise und kreisfreien Städte lassen sich Hinweise auf die dortige Lärmsituation ableiten.

Fahr und Spar mit Sicherheit - Intelligent und Leise Umweltfahrraining soll beruflichen und privaten Kraftfahrern vermitteln, wie mit modernen Fahrzeugen sicher, zügig, ökonomisch und zugleich leiser und sauberer gefahren werden kann. Wichtige Zielgruppe sind neben Betrieben die Kommunen, die dadurch im eigenen Fuhrpark auch Kosten senken können.

Erhöhung des Marktanteils lärmarmer und energiesparender Reifen Das Reifen-Fahrbahngeräusch ist eine zentrale Geräuschquelle. Am Markt erhältliche Reifentypen unterbieten die geltenden Geräuschvorschriften teilweise deutlich und sind zugleich energiesparend. Jeder Verbraucher sollte durch Kennzeichnung diesen Aspekt in seine Kaufentscheidung einbeziehen können.

Schule und Lärm Das Hessische Kultusministerium und das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz haben die Regierungsprogramme "Schule & Gesundheit" und "Modellprojekt Lärmpakt Hessen" verknüpft und um einen neuen Baustein "Lärm in Schulen" erweitert. Themen sind das Verhalten in Schule und Freizeit und nach PISA die Unterrichtsraumakustik.

Weitere Informationen: www.hmulv.hessen.de

Donnerstag, 17.03.2005

Plenarvorträge Donnerstag

Do. 8:30 Audimax

Plenarvortrag Krump

Der Lautsprecher als Synthese von Messtechnik, Simulation und Psychoakustik *Gerhard Krump FH Deggendorf*

Der Lautsprecher stellt ein sehr interessantes interdisziplinäres Forschungsobjekt dar, da er unter Ausnutzung magnetischer Energie elektrische Energie in mechanische Schwingungen umsetzt und diese schließlich in akustische Informationsenergie überträgt. Neben dieser Transformation verschiedener Energieformen treten zusätzlich Temperatur- und Strömungsprobleme auf. Ersatzschaltbilder haben in der Vergangenheit die komplexen Zusammenhänge teilweise beschrieben, doch erst in letzter Zeit wurde dem stark nichtlinearen Verhalten des Wandlers mehr und mehr Rechnung getragen und leistungsfähige Messverfahren entwickelt.

Durch moderne Simulationstechniken wie die Finite-Element-Methode werden Antrieb, Aufhängung sowie das komplexe partielle Schwingungsverhalten der Membrane bis in den Hochtonbereich nachgebildet und verbessert. Spezielle Messungen liefern die hierzu notwendigen Materialeigenschaften. Psychoakustische Untersuchungen beurteilen die technischen Realisierungen und weisen auf Unzulänglichkeiten und hörbare Artefakte hin. Sie geben aber auch den hinreichenden Grad an Verbesserungen vor. Eine Signalverzerrung, die nicht wahrgenommen wird, muss nicht weiter reduziert werden.

Der Vortrag stellt das Zusammenspiel von Messtechnik, Simulationsverfahren und psychoakustischen Ergebnissen vor, welches eine permanente Optimierung des Wandlers und Anpassung an Randbedingungen zum Ziel hat. Ausgehend von der historischen Entwicklung werden der augenblickliche technische Stand und zukünftige Trends erörtert.

Do. 9:15 Audimax

Plenarvortrag Manley

Viele Wege führen nach Rom: Die Evolution des Gehörs der Wirbeltiere *Geoffrey Manley Zoologie, TU-München*

Wirbeltiere haben im Kopf drei paarige Sinnesorgane, die Nasenepithelien, die Augen und das Innenohr. In der frühen Evolution

der Wirbeltiere, als Augen und Nasen schon gut ausgebildet waren, war das Innenohr noch ausschliesslich ein vestibuläres Organ ohne dediziertes Hörepithel. Das Gehör war also das letzte der großen Sinnessysteme des Wirbeltierkopfes, das seine formative Evolution vollzog und diese Tatsache hatte weitreichende Konsequenzen.

Obwohl ein Hörepithel anscheinend schon da war, als die Wirbeltiere das Land eroberten, hat es weitere 120 Millionen Jahre gedauert, bis ein leistungsfähiges Mittelohr dazu kam. Bis zu jenem Zeitpunkt konnten Landwirbeltiere vermutlich nur laute, tief-frequente Schalle wahrnehmen. Diese sog. tympanischen Mittelohren entwickelten sich gleichzeitig und unabhängig voneinander in mehreren Gruppen der Wirbeltiere - und dienten in allen Fällen als Auslöser einer beschleunigten Evolution der Hörepithelien im Innenohr. Dieser Schritt fand also relativ spät in der Wirbeltier-Evolution statt, zu Zeiten, als die Hauptgruppen der Landwirbeltiere sich schon von einander gespalten hatten. Dies bedingte, dass die weitere Evolution des Gehörs bei Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugetieren voneinander völlig unabhängig war und das jeweilige "End"ergebnis ist verschieden. Das Mittelohr moderner Landwirbeltiere, aber vor allem das Innenohr, zeigen gruppenspezifische Morphologien. Trotz dieser großen anatomischen Vielfalt ist die Hörleistung - die Fähigkeit verschiedene Frequenzen wahrzunehmen und zu unterscheiden - der unterschiedlichen Gruppen erstaunlich ähnlich.

Fachvorträge Donnerstag

Do. 10:35 HS 0601

Kavitation

Molekulardynamische Untersuchungen sonochemischer Reaktionen in KavitationsblasenDaniel Schanz, Thomas Kurz, Werner Lauterborn, Burkhard Metten*Univ. Göttingen, 3. Phys. Institut*

Zunehmend rückt in der Erforschung der Kavitationsblasendynamik und der Sonolumineszenz die chemische Entwicklung des Blasenmediums beim Kollaps

in den Mittelpunkt des Interesses. Die chemischen Vorgänge bestimmen wesentlich den Massentransport aus der Blase, die Kompressibilität und Energiebilanz des Mediums und damit die erreichbaren Temperaturen und Drücke im Zentrum. Ein Verständnis der Kopplung zwischen Hydro- und Chemodynamik in der Blase ist ebenso Voraussetzung für eine korrekte Vorhersage chemischer Prozeßraten in sonochemischen Anwendungen. Neben Ratengleichungsmodellen, die an hydrodynamische Kontinuumsmodelle gekoppelt sind, bietet sich als ein alternativer Weg der numerischen Modellierung die Molekulardynamiksimulation an. Dieses Verfahren wird zur Berechnung der Fluid- und chemischen Dynamik beim Kollaps typischer Blasen, wie sie bei der Einzelblasensonolumineszenz auftreten, und von Mikrobläschen eingesetzt. Die im Innern der Blasen erreichten Temperaturen und Drücke und die dabei auftretenden chemischen Produktionsraten für verschiedene Verbindungen werden als Funktion der Anregungsparameter und der chemischen Anfangszusammensetzung von mit Edelgas und Wasserdampf bzw. mit Luft und Wasserdampf gefüllten Blasen dargestellt. Desweiteren wird ein Vergleich der molekulardynamischen Simulation mit Berechnungen eines von Storey und Szeri entwickelten Kontinuumsmodells durchgeführt, der die Temperatur- und Druckentwicklung sowie das Ausmass der Bildung verschiedener Verbindungen umfasst.

Do. 11:00 HS 0601

Kavitation

Simulation von Ultraschallausbreitung in kavitierenden FlüssigkeitenNina Bretz, Manfred Kaltenbacher, Maximilian Staudacher, Reinhard Lerch*Lehrstuhl für Sensorik, Universität Erlangen-Nürnberg*

Hochleistungsultraschall spielt heutzutage eine wichtige Rolle in medizinischen und industriellen Anwendungen, so auch in der Reinigungstechnik für präzisionsgefertigte Bauteile. Die steigenden Reinigungsanforderungen an solche Bauteile erfordern eine sorgfältige Auslegung der Ultraschallreinigungsanlagen. Der hauptsächliche Reinigungseffekt wird darin durch die auftretende Kavitation erzielt. Um ein besseres Verständnis der komplexen Wechselwirkung von Kavitation und hochintensivem Schallfeld zu erhalten, bedarf es der Möglichkeit einer präzisen numerischen Simulation dieses Vorgangs. In dieser Arbeit wird ein Simulationsprogramm basierend auf der Finiten Elemente Methode (FEM) zur Berechnung von Ultraschallausbreitung in kavitierenden Medien vorgestellt. Das Modell basiert auf einem Zwei-Phasen Kontinuumsansatz für Blasen-Flüssigkeits-Gemische. Die durch den Ultraschall hervorgerufene Blasendynamik wird durch eine eindimensionale Differenzialgleichung für den Blasenradius beschrieben. Die Kopplung von Schallausbreitung und Blasendynamik erfolgt über den Wechseldruck und den Radius der Kavitationsblasen. Somit wird in diesem Modell die Auswirkung der Blasendynamik auf die Schallfeldbedingungen und umgekehrt berücksichtigt.

Do. 11:25 HS 0601

Kavitation

Untersuchung der räumlichen Verteilung von Schallfeldparametern in Ultraschall-Reinigungsbädern unter dem Einfluss von KavitationKlaus-Vitold Jenderka, Christian Koch*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Ultraschallreinigungsbäder aller Größen - passend für mikromechanische Bauteile bis hin zu großvolumigen Maschinenteilen - finden breiten Einsatz in Labor und Industrie. Trotz der weiten Verbreitung existieren bisher keine allgemein anerkannten Prinzipien und objektive Kriterien für die Wahl der Betriebsparameter. Die Optimierung der Einstellungen im Anwendungsfall erfolgt

empirisch und oft sind optimale Ausbeute und Reproduzierbarkeit nicht gewährleistet.

Als eine Möglichkeit der objektiven Prozessbeschreibung bietet sich die Charakterisierung des Schallfeldes im Reinigungsbad an, das die Ursache der Kavitationsprozesse darstellt. Eine solche Schallfeldmessung ist im betrachteten Frequenzbereich jedoch mit vielen Schwierigkeiten verbunden, da die meisten Sensoren sehr groß sind und das Schallfeld stören, ungenügende Genauigkeit aufweisen oder von den Kavitationsblasen zerstört werden.

Vorgestellt werden Messsysteme auf der Basis optischer Fasern und piezoelektrischer Hydrophone, die den gestellten Genauigkeitsanforderungen gerecht werden und ausreichend widerstandsfähig gegenüber Ultraschallfeldern hoher Leistung und Kavitation sind. In vergleichenden Experimenten wurden in verschiedenen Reinigungsbädern Schallfeldparameter wie positiver und negativer Spitzendruck, die Amplitude von Grund- und Oberwellen sowie Subharmonischen, die mittlere Energiedichte und die spektrale Dichte in verschiedenen Frequenzbereichen ortsabhängig bestimmt. Die Übertragungseigenschaften der eingesetzten Messsysteme wurden im relevanten Frequenzbereich von 20 bis 200 kHz durch Referenzmessung unter angenähernten Freifeldbedingungen kalibriert.

Es zeigten sich deutliche Unterschiede in der Schallfeldstruktur und den spektralen Schallfeldeigenschaften zwischen verschiedenen Bauformen, Wandleranordnungen und -anregungen. Die Ergebnisse werden in Hinsicht auf eine Optimierung der Reinigungswirkung diskutiert.

Do. 11:50 HS 0601

Kavitation

Messung der Kavitationsrauschzahl

Reinhard Sobotta, Christoph Jung

Elma GmbH & Co. KG

Zur Validierung und Überprüfung von Ultraschallreinigungsgeräten und -anlagen kann das komplexe Spektrum, das durch Kavitation erzeugt wird, ausgewertet werden. Ultraschallinduzierte Kavitation erzeugt Oberwellen, Subharmonische und breitbandiges Rauschen. Das Kavitationsrauschen basiert auf den Stosswellen, die bei Blasenkollapsereignissen entstehen.

Es wird ein akustisches Messsystem vorgestellt, mit dem es möglich ist, das Kavitationsrauschen quantitativ zu erfassen. Unter

Annahme eines weißen Rauschens wird als Maß für die Energiedichte die Kavitationsrauschzahl definiert. Es wird gezeigt, in welchen Ultraschallintensitätsbereichen eine Korrelation zwischen der eingetragenen Ultraschalleistung und der Kavitationsrauschzahl besteht. Abschließend wird der Zusammenhang zwischen der Kavitationsrauschzahl und der Ultraschallintensität beziehungsweise -leistungsdichte diskutiert. An einem Beispiel wird die Validierung der Ultraschallparameter eines Industriegerätes dargestellt.

Do. 12:15 HS 0601

Kavitation

Optische Kavitation im Schallfeld

Thomas Kurz, Dennis Kröninger, Tobias Wilken, Werner Lauterborn

Univ. Göttingen, 3. Phys. Institut

Die optische Kavitation, d.h. die Erzeugung von transienten Kavitationsblasen durch laser-induzierten Durchbruch in Flüssigkeiten, hat sich zur detaillierten Untersuchung der Dynamik einzelner Blasen bewährt. Um sehr kleine Blasen zu erhalten, verwendet man wegen ihrer niedrigen Durchbruchsschwelle sehr kurze, intensive Pulse im Femtosekundenbereich. Dabei entstehen allerdings durch Selbst-fokussierung des Laserstrahls zylinderförmige Blasen, die unter Ringwirbelbildung kollabieren und ohne weitere Anregung keine Kavitationslumineszenz zeigen. Daher werden kleine transiente Kavitationsblasen mithilfe eines Femto-sekundenlasers in einem stehenden Ultraschallfeld erzeugt. Ihre Dynamik wird mit Kurzzeit-CCD-Aufnahmen, das Auftreten von Kavitationslumineszenz im Kollaps mit Photomultiplermessungen untersucht. Die Wirkung verschiedener Parameter (Schallfeldphase, Schalldruck, Temperatur und statischer Druck der Flüssigkeit) auf den Blasenkollaps und die Lumineszenz soll Aufschluss darüber geben, inwieweit der Blasenkollaps verstärkt werden kann. Es zeigt sich, dass der Maximalradius einer Blase bei geeigneter Wahl der Anfangsphase im Vergleich zur nicht akustisch getriebenen Blase stark vergrößert werden kann, während das Auftreten von Lichtemission zusätzlich empfindlich von der Sphärizität der erzeugten Blase abhängt.

Do. 13:45 HS 0601

Kavitation

Simulationen zur asphärischen BlasendynamikKarsten Köhler, Robert Mettin, Werner Lauterborn*Univ. Göttingen, 3. Phys. Institut*

Es ist experimentell gut dokumentiert, dass eine zunächst sphärische Kavitationsblase, die sich in der Nähe von Grenzflächen oder von benachbarten Blasen befindet, beim Kollaps deformiert wird und sogar einen Jet bilden kann, der die Blase durchstößt. Nichtsphärische Kollapsdynamik tritt in Vielblasensystemen auf und ist daher für viele Anwendungen wie z. B. die Ultraschallreinigung oder die Sonochemie relevant. Ein etabliertes Verfahren zur numerischen Simulation dieses Strömungsproblems mit freier Grenzfläche bildet die Randintegralmethode. Diese Methode wurde implementiert, um die Kollapsdynamik von Blasen in der Nähe ebener und gekrümmter Oberflächen näher zu untersuchen. Weiterhin wurde die Dynamik von Systemen aus zwei oder drei miteinander über das Strömungsfeld gekoppelten Blasen bei verschiedenen Anfangsbedingungen analysiert, um Aussagen über die Wechselwirkungen in einem Mehrblasensystem zu gewinnen. Schließlich wurde das Aufschwingen und der Kollaps elongierter Blasen (Rotationsellipsoide) berechnet, die als Modell der bei der optischen Kavitation mit Femtosekundenpulsen entstehenden Zylinderblasen angesehen werden können.

Do. 14:10 HS 0601

Kavitation

Gasvolumenmessung in blasenbeladenen FlüssigkeitenMichael Gulsch, Bernd Henning*Universität Paderborn, EIM-E-EMT*

In der Flüssigkeitsanalytik werden immer öfter Ultraschallmesssysteme eingesetzt. Anwendungstechnische Vorteile dieser kontinuierlich arbeitenden Messsysteme sind hohe Dynamik, Robustheit und Wartungsfreundlichkeit. Vielfach wird heute auch die Funktion der Stoffanalyse schon mit anderen Messaufgaben, wie der Durchfluss- und Füllstandsmessung kombiniert. Am verbreitetsten ist der Einsatz impulsbasierter Messverfahren, welche bei geringem Energieverbrauch vorteilhaft zur Langzeitaufnahme von Messdaten im Batteriebetrieb benutzt werden können. Die Messsysteme bestimmen hierzu bei bekanntem Schallweg die Laufzeit des Schallsignals durch die zu analysierende Flüssigkeit, woraus die Stoffkenngröße Schallgeschwindigkeit

bzw. die gesuchte Stoffkonzentration ermittelt wird. Als Sendesignal kommen kurze Sinusbursts zur Anwendung, da diese eine einfache Signalgenerierung und Auswertung erlauben. Die Bestimmung der Laufzeit solcher Signale erfolgt häufig durch Nullpunkt- oder Maximumsdetektion. Nachteilig bei diesen Systemen ist allerdings die Anfälligkeit gegenüber Gasblasen in der zu analysierenden Flüssigkeit. Große Gasblasenkonzentrationen innerhalb der Flüssigkeit dämpfen das Signal bis zum Totalausfall des Messsystems. Geringe Gasblasenkonzentrationen verfälschen hingegen die Charakteristik des empfangenen Impulses, und somit der Messgrößen Schallabsorption und Schallgeschwindigkeit. Der zuletzt genannte Aspekt stellt somit die weitaus größere Gefahr für die Regelung technischer Prozesse dar. In diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie es mit Hilfe einer erweiterten Signalauswertung möglich ist, eine Verfälschung der Empfangssignale durch kleine Gasblasen zu detektieren und darüber hinaus auch den Gasanteil in der Flüssigkeit zu quantifizieren. Außerdem soll gezeigt werden, wie eine Korrektur der Schallgeschwindigkeit, in einer mit Gasblasen beladenen Flüssigkeit, durchgeführt werden kann. Weitere Arbeiten sollen zu einer Gasblasengrößenspektroskopie führen, die es erlaubt mit einem Impuls charakteristische Merkmale der Gasblasen und der Flüssigkeit simultan zu erfassen.

Do. 10:35 HS 0602

Lärm: Wirkung

Beurteilung von Geräuschen: Ergebnisse einer Lärmwirkungsstudie mit Kindern

Helga Sukowski, Markus Meis, Maria Klatte, August Schick
Universität Oldenburg

In der Schallwirkungsforschung hat die Erhebung von subjektiven Urteilen vor allem hinsichtlich der störenden und belästigenden Wirkung von Geräuschen seit langem einen festen Platz. Untersuchungen zu dieser Frage werden jedoch überwiegend mit Erwachsenen durchgeführt. Kinder werden in Studien zu dieser Thematik dagegen kaum berücksichtigt, obwohl sie dem Umgebungslärm meist in gleicher Weise ausgesetzt sind wie Erwachsene und oftmals weniger Möglichkeiten haben, sich gegen unerwünschten Schall zu wehren.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Wirkung von Lärm auf kognitive Leistungen von Kindern wurden daher zusätzlich zur Erhebung verschiedener kognitiver Fähigkeiten auch Aufgaben zur Beurteilung von präsentierten Geräuschen durchgeführt.

In einem ersten Testblock beurteilten Kinder aus dritten Schulklassen kurze Ausschnitte von Straßenverkehrsgeräuschen sowie ein Sprachgeräusch hinsichtlich der empfundenen Störung und der Brummigkeit. Die Geräusche wurden über Lautsprecher dargeboten. In einem zweiten Testblock wurden Kindern aus ersten Schulklassen verschiedene Schienenverkehrsgeräusche und ein Sprachgeräusch über Kopfhörer präsentiert, die dann auf ihre Störung, Brummigkeit und Lautstärke hin zu beurteilen waren.

Die Ergebnisse beider Gruppen zeigen, dass Kinder grundsätzlich in der Lage sind, Aufgaben zur Beurteilung von Geräuschen zu bearbeiten. Die älteren Kinder konnten sehr differenzierte Urteile abgeben, aus denen sich Hinweise auf besonders störende oder brummige Geräuschkomponenten ableiten lassen. In der Gruppe der jüngeren Kinder zeigten sich bislang weniger eindeutige Ergebnisse. Hier deuten sich zwar möglicherweise Grenzen an, ab welchem Alter Aufgaben zur Geräuschbeurteilung überhaupt sinnvoll einsetzbar sind. Es ist jedoch zu diskutieren, ob durch eine noch weiter gehende altersadäquate Gestaltung der Erhebungsverfahren die Möglichkeit geschaffen werden kann, weiterhin auch sehr junge Kinder in Geräuschbeurteilungsaufgaben einzubeziehen.

Do. 11:00 HS 0602

Lärm: Wirkung

Kindertagesstätte - eine verkannte Lärmfalle für das dortige Betreuungspersonal und deren Gehör

Florian König

Ultrasone AG

Das Thema Lärm und seine Auswirkung auf das menschliche Gehör wird in den letzten Jahren zunehmend intensiv diskutiert. Neben der eigentlichen Bewertung von technischen Quellen, wie z.B. die Geräuschemission von Fortbewegungsmitteln, füllen komplette Tagungsprogramme Untersuchungen zu Sound-Scapes. Andererseits wurden Kindertagesstätten annähernd keinerlei Aufmerksamkeit geschenkt, in dem ganztags eine Ansammlung von 'schrill² lärmenden' Kindern betreut werden (²Jedermann-Frau bekannt). Warum dieser Ort als kritisch einzuschätzen ist, soll die vorliegende Untersuchung samt einleitendem Kontext offenlegen: Das Hör-Blick-Feld des Akustikers beschränkt sich hinsichtlich akustischer Entwicklungen aktuell

nur auf die Höreigenschaften des Erwachsenen, jedoch ungenügend auf Kinder (s. Audiologie-Hörschwellen, -Kopfhörer / DAGA 2005; inzwischen Ausnahme: Kunstköpfe /Acta-Acustica 9-10/2004, Vol. 90). Es ist ein infantiler Höreffekt bekannt, welcher im Vergleich zum Erwachsenen eine > 6 dB einnehmende Hörempfindlichkeitsreduktion um die C5-Senke einschließt (s. Kinderlärm-Selbstschutz / DAGA 1995). Schließlich und für den vorliegenden Beitrag von besonderer Bedeutung, läßt sich einfach nachweisen, dass die kindliche Sprachstimmlage 2 bis 3 Oktaven höher als bei Männern oder Frauen zum Liegen kommt. Ergo genau dort, wo der Erwachsene besonders empfindlich Schallereignisse aufnimmt (s. Evolution: Erwachsene sind auf Kinderartikulationen 'geeicht' / DAGA 1995). Es wurden Geräuschanalysen (Spitzenpegel > 105 dB), raumakustische Sichtungen sowie Befragungen seitens des langjährigen Betreuungspersonals (vgl. Folgeerscheinungen) getätigt.

Do. 11:25 HS 0602

Lärm: Wirkung

Wirkung irrelevanter Sprache unterschiedlicher Sprachverständlichkeit auf die Arbeitsgedächtnisleistung

Sabine Schlittmeier, Rainer Thaden

KU Eichstätt-Ingolstadt

Hintergrundsprache mindert die Arbeitsgedächtniskapazität für gelesenes Material signifikant, und zwar auch dann, wenn sie für die Aufgabenbearbeitung irrelevant ist und ignoriert werden soll. Dieses als Irrelevant Speech Effect bezeichnete Phänomen ist empirisch robust feststellbar und ist beispielsweise in Büroumwelten von Bedeutung, in denen unter umgebender irrelevanter Sprache geistige Tätigkeiten erbracht werden müssen.

In unseren Experimenten untersuchten wir die Störwirkung irrelevanter Sprache unterschiedlicher Sprachverständlichkeit auf die verbale Arbeitsgedächtnisleistung. Mithilfe einer bauakustischen Auralisation wurden Sprachschalle erzeugt, wie sie in einem Raum hörbar wären, wenn der Sprecher im Nebenraum säße. Die Wahl unterschiedlicher Verläufe der Schalldämmung führte zu Sprachsignalen mit unterschiedlicher Sprachverständlichkeit.

In Experiment 1 wurde die Störwirkung irrelevanten Sprachschalls eines deutschen Sprechers (55 dB(A); Senderraum) mit der Wirkung zweier bauakustisch auralisierter Versionen dieses Schalls verglichen. Eine auralisierte Version wies eine hohe, die andere eine niedrige Sprachverständlichkeit auf; sie wurden mit

jeweils 35 dB(A) eingespielt. Nur die Sprachschalle mit hoher Sprachverständlichkeit minderten die verbale Arbeitsgedächtniskapazität signifikant, nicht aber die Sprachversion mit niedriger Sprachverständlichkeit. Ein zweites Experiment klärte auf, ob hierfür der für die Versuchspersonen unterschiedliche semantische Gehalt von gut und schlecht verständlichen Sprachschallbedingungen ausschlaggebend war (z.B. Ablenkung durch interessante Textinhalte). Dazu wurden für die Versuchspersonen per se unverständliche Schalle eines japanischen Sprechers eingesetzt. Die Experimente zeigen in ihrer Zusammenschau, dass bei den beiden mit 35 dB(A) eingespielten auralisierten Sprachversionen neben dem semantischen Gehalt auch die unterschiedliche spektrale Zusammensetzung (Verlauf der Schalldämmung) zur störenden Wirkung auf die Kapazität des verbalen Arbeitsgedächtnisses beitrug.

Anwendungsbezogene Implikationen unserer Ergebnisse für die Bau- und Raumakustik werden diskutiert.

Do. 11:50 HS 0602

Lärm: Wirkung

Auswirkungen von Nachtfluglärm auf den Schlaf: Aufbau und Ergebnisse der akustischen Messungen während der DLR-Feldstudie 2001-2002

Uwe Mueller

DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin

Das DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin untersuchte von 1999-2003 den Einfluss von Nachtfluglärm auf den menschlichen Schlaf, das Befinden und die Leistungsfähigkeit.

Feldstudien waren ein Teil dieser Untersuchung und fanden im Umfeld des Kölner/Bonner-Flughafens mit starkem Nachtflugbetrieb statt. Dort wurden im Verlauf von 15 Monaten insgesamt 64 Probanden an 46 verschiedenen Messstellen an je neun aufeinander folgenden Nächten untersucht. Drei Klasse 1 - Schallpegelmesser zeichneten an jeder Messstelle und in jeder Nacht simultan die Schalldruckpegel und die Schalldateien außen und innen am Ohr des Schlafers auf. Bei der Analyse wurde jedes Geräusch markiert und kommentiert, um eine ereigniskorrelierte Auswertung mit elektrophysiologischen Daten (Polysomnographie, EKG, Plethysmographie, Atmung) zu ermöglichen.

Insgesamt wurden über 16 000 Fluggeräusche (annähernd 14 000 Autogeräusche) im Feld mit im Durchschnitt 41 Überflügen pro Nacht detektiert. Deren Maximalpegelverlauf, Leq, Wochen- und Jahreszeitenverlauf und die Schallpegeldifferenzen außen

und innen am Ohr des Schlafers, die im Mittel in Abhängigkeit von der Fensterstellung und mit unkorrigierten Außenpegeln 28 dB(A) für geschlossene, 18 dB(A) für gekippte und 13.5 dB(A) für vollständig geöffnete Fenster lagen, werden dargestellt.

Do. 12:15 HS 0602

Lärm: Wirkung

Belästigung durch Nachtfluglärm: Dosis-Wirkungs-Beziehungen

Julia Quehl, Mathias Basner

DLR

Es wurden zwei Dosis-Wirkungs-Beziehungen zur Belästigungswirkung von Nachtfluglärm für den (1) Maximalpegel LAS,max in Kombination mit der Anzahl an Fluglärmereignissen sowie den (2) energieäquivalenten Dauerschallpegel LAS,eq mit Hilfe der logistischen Regressionsanalyse mit Zufallseffekten bestimmt. Als Datenbasis dienten Befragungen von 128 Probanden aus vier Schlaflaborstudien des DLR-Instituts für Luft- und Raumfahrtmedizin. Es wird eine signifikante Zunahme des Anteils an (mittel und stark) Fluglärmbelästigten in Abhängigkeit vom LAS,max und der Anzahl an Flugereignissen nachgewiesen. Anders als bei vorausgegangenen Studien steigt der Anteil an Belästigten auch bei wenigen Flugbewegungen (< 16 Überflüge pro Nacht) mit dem LAS,max signifikant. Der Anteil an Lärmbelästigten vergrößert sich ebenfalls mit dem LAS,eq, bildet sich aber oberhalb von 46,6 dB(A) zurück, da bei den zugrunde liegenden Pegelhäufigkeitskombinationen weniger laute Fluglärmereignisse in der Nacht präsentiert wurden. Dieses Ergebnis dokumentiert die Bedeutsamkeit der Anzahl an nächtlichen Überflügen für die Belästigungswirkung. Das Geschlecht der Versuchspersonen, der Grad an Vorbelastung durch Fluglärm sowie die bewertete Notwendigkeit des Flugverkehrs erweisen sich in beiden Modellen als relevante Moderatoren der Fluglärmbelästigung.

Do. 13:45 HS 0602

Lärm: Wirkung

Schlafphysiologische Auswirkungen von abendlichem und morgendlichem Fluglärm: Erste Resultate einer Feldstudie am Flughafen Zürich

Mark Brink, Regula Rometsch, Katja Wirth, Christoph Schierz
ETH Zürich

Im Fokus dieser im Rahmen der "Lärmstudie 2000" durchgeführten experimentellen Untersuchung über Auswirkungen von

nächtlichem Fluglärm auf den Menschen, steht die Zeit zu Beginn und am Ende des Nachtschlafs. In der Literatur finden sich gehäuft Hinweise, dass das Belästigungs- und Störungspotential von Fluglärm in den sog. Nachtrandstunden am grössten ist. Um dies systematisch zu überprüfen wurde ein grossangelegtes Feldexperiment in der Umgebung des Flughafens Zürich mit über 1500 Versuchsnächten durchgeführt. Bei 60 Versuchspersonen wurden während je 30 aufeinanderfolgenden Nächten während der Einschlaf- und Aufwachphase im Schlafzimmer Fluggeräusche simuliert. Nebst der Nacht-Zeit (abends vs. morgens) wurde die Anzahl der eingespielten Überflüge und der Maximalschallpegel der einzelnen Fluglärmereignisse variiert. Die Auswertungen der Schlafstagebücher deuten darauf hin, dass die subjektiv eingeschätzte Schlafqualität und Befindlichkeit in Nächten mit Fluglärm verschlechtert war. Gegenüber Ruhenächten ergab sich in Lärmnächten ein grösserer Anteil von belästigten Personen. Entgegen weit verbreiteter Ansicht wurde Fluglärm gegenüber Strassenlärm bei gleichem Durchschnittspegel nicht als lästiger empfunden. Die vorliegenden Daten weisen insbesondere auch darauf hin, dass in den Morgenstunden sensibler auf den Fluglärm reagiert wird als abends. Ferner bestehen Hinweise, dass der Maximalpegel von Lärmereignissen gegenüber der Häufigkeit die wichtigere Determinante selbstberichteter Schlafverschlechterungen war. Ein neu entwickeltes berührungsfreies Verfahren für die Aufzeichnung von Bewegungen, Herz- und Atemparametern im Schlaf kam für die Messungen der physiologischen Zielvariablen zum Einsatz. Die Auswertungen zur Physiologie werden jedoch erst im Sommer 2005 abgeschlossen sein. Erste Resultate werden an der DAGA 2005 berichtet werden.

Do. 14:10 HS 0602

Lärm: Wirkung

Hörschwellenverschiebungen und Restitutionsverlauf nach Impuls- und Dauerschallbelastungen bei der Frequenz maximaler Vertäubung und der unteren und oberen Nachbarfrequenz

Helmut Strasser, Hartmut Irle

Universität Siegen

In einem Cross-Over-Versuchsdesign wurden 10 Probanden 3 verschiedenen akustischen Belastungen ausgesetzt. In Versuchsreihe 1 (VR 1) diente "Weißes Rauschen" von 94 dB(A)

über 1 h als "Referenzbelastung". In VR 2 war eine energie-äquivalente Impulsschallbelastung (Pegel 113 dB(A)) vorgesehen. In VR 3 war die Dauer der einzelnen Impulse von 5 ms auf 2.5 ms verkürzt, so dass eine nur halb so hohe Schalldosis appliziert wurde. In allen Versuchsserien wurden sowohl bei der Frequenz maximaler Vertäubung als auch bei einer oberen und unteren Nachbarfrequenz die TTS2-Werte und das Abklingen der Hörschwellenanhebungen mit der Zeit so lange bestimmt, bis die individuelle Ruhehörschwelle wieder erreicht wurde. Ferner wurden mit den Flächen unter den Restitutionskurven (den IRTTS-Werten) bei den 3 Frequenzen auch die gesamten physiologischen Kosten quantifiziert, die das Gehör für die vorausgegangenen Belastungen zu "bezahlen" hatte. In allen 3 Experimenten konnten insofern konsistente Ergebnisse festgestellt werden, als nicht nur die TTS2-Werte bei den unteren und oberen Nachbarfrequenzen einheitlich niedriger waren als bei der Hauptfrequenz, sondern sich auch jeweils rascher zurückgebildet hatten. Die IRTTS-Werte waren ebenfalls höchst unterschiedlich. Im Mittel über alle 10 Probanden traten nach der Dauerschallexposition bei den Nachbarfrequenzen lediglich jeweils ca. 25% der physiologischen Kosten auf, die bei der Hauptfrequenz gemessen wurden. Bei der energie-äquivalenten Impulsschallbelastung beliefen sich die Vertäübungen sogar auf weniger als 20% und nach der energetisch halb so hohen Impuls-Schallbelastung machten die summierten Hörschwellenanhebungen bei den Nachbarfrequenzen sogar jeweils weniger als 10%. Somit kann mit den Hörschwellenanhebungen bei der Frequenz der höchsten Empfindlichkeit des Gehörs das Hauptgeschehen der metabolischen Vorgänge erfasst werden.

Do. 10:35 HS 0606

Bauakustik 2

Der physikalische Mechanismus der Gehschallabstrahlung von Laminat-Fußböden mit und ohne Unterschicht

Rudi Volz, André Jakob, Michael Möser
advacoustics

Laminat-Fußbodenbeläge sind heute sehr beliebte Alternativen zu Parkett oder Teppichbodenbelägen. Dieser Markt erfreut sich zur Zeit an zweistelligen Zuwachsraten. Im Laufe der Jahre ist die Laminat-Qualität stark gestiegen. So gilt heute die Laminatoberfläche als 'quasi unverwüstlich', die Optik ist von naturbelassenem Holz kaum zu unterscheiden, ja sogar die Maserung wird heute 'reliefartig' in die oberste Laminatschicht eingeprägt, so dass sich der Boden wie Holzfußboden anfühlt. Nur

die Akustik von Laminat-Böden konnte sich bisher kaum verbessern. Laminat ist verhältnismäßig laut, d.h. der Schall, der beim Begehen ('Gehschall') oder beim 'Etwas-Fallen-lassen' vom Nutzer gehört wird ist relativ stark und damit störend. Die Laminat-Hersteller sind daher intensiv bestrebt die Akustik von Laminat-Fußbodenbelägen zu verbessern, vor allem durch die Anbringung von schwingungsdämpfenden Schichten auf der Unterseite des Laminates. Im Vortrag wird über Untersuchungen im Auftrag eines Laminat-Herstellers berichtet, bei denen das primäre Ziel darin bestand den Hauptmechanismus der Gehschallabstrahlung zu klären. Hierzu wurden umfangreiche Luft- und Körperschallmessungen an Laminat durchgeführt. Die durchgeführten Messungen deuten auf einen einzigen und sehr einfachen Hauptmechanismus der Gehschallabstrahlung hin. Dieser wird im Vortrag erläutert und die Begründung dieser Annahme ausführlich dargestellt.

Do. 11:00 HS 0606

Bauakustik 2

Prototyp eines Schwingerregers für tieffrequente Schwingungen von Holzdecken

Philipp Meistring, Kay Rogge, Ulrich Schanda
Fachhochschule Rosenheim

Tieffrequente Schwingungen spielen im Holzbau eine wichtige Rolle; im EUROCODE 5, einem Regelwerk der Holzbaustatik, werden u.a. Nachweise für die erste Eigenfrequenz, die über 8 Hz zu liegen hat, verlangt. Bauakustisch erfolgt eine Beurteilung erst ab 100 Hz (bzw. über den Spektrumsanpassungswert ab 50 Hz). Viele Holzdecken weisen trotz guter bewerteter Normtrittschallpegel eine deutliche Erhöhung der Trittschallpegel mit zunehmenden Werten zu tiefen Frequenzen auf. Der oftmals verwendete Begriff "Dröhnen" mag darauf hindeuten. Um den sich überschneidenden Frequenzbereich zwischen 5 Hz aus statischen Gründen bis 100 Hz aus akustischer Sicht genauer untersuchen zu können, war es das Ziel, einen kostengünstigen und aus Gründen der Minimierung des Einflusses auf die zu untersuchende Decke auch leichten Schwingerregers zu bauen, der gleichzeitig durchstimmbar und variabel in der in die Decke eingeleiteten Kraft ist. Ein Prototyp des auf einer mechanischen Unwucht basierenden Schwingerregers soll einschließlich Steuerung und Messdatenaufnahme kurz erläutert werden. Vergleichsmessungen an einer Holzstegträgerdecke mit einer Modalanalyse mit dem Impulshammer als auch mit einer FEM-Berechnung

sollen gezeigt werden. Der Vorteil der frequenzselektiven Anregung wird voraussichtlich am Beispiel der Wirkung eines Schwingungstilgers demonstriert.

Do. 11:25 HS 0606

Bauakustik 2

Ansatz zur Charakterisierung einer Holzterrasse als Körperschallquelle

Jochen Scheck, Heinz-Martin Fischer, Barry Gibbs
Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

Derzeit gibt es kein Prognoseverfahren zur Berechnung der Trittschallübertragung von Leichtbautreppen. Zur Adaptierung existierender Verfahren wird eine Charakterisierung der Treppe als Körperschallquelle benötigt. Diesbezüglich wird ein Ansatz verfolgt, bei dem die Treppe unter Berücksichtigung einer externen Anregung als aktive Komponente betrachtet wird. Die Anregemechanismen bei der Anregung des Baukörpers durch die Treppe wurden im Treppenprüfstand untersucht. Im Vortrag wird der aktuelle Stand der Untersuchungen dargestellt.

Do. 11:50 HS 0606

Bauakustik 2

Untersuchungen zur Verbesserung der Trittschalldämmung leichter Treppen am Beispiel einer Holzwangentreppe

Andreas Drechsler, Heinz-Martin Fischer, Jochen Scheck
Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

In Reihen- und Doppelhäusern ist die starke Trittschallübertragung der dort häufig eingebauten leichten Treppen oftmals Ursache für Klagen der Bewohnerinnen und Bewohner. Am Beispiel einer Holzwangentreppe werden Möglichkeiten zur Verbesserung des Trittschallschutzes untersucht und vorgestellt. Hierbei wurde die Treppenkonstruktion selber nicht verändert, sondern lediglich die Befestigungs- und Auflagermöglichkeiten am Baukörper wurden variiert. Der Beitrag erläutert die erzielten Verbesserungen und spricht konstruktive und messtechnische Probleme an.

Do. 12:15 HS 0606

Bauakustik 2

**Trittschalldämmung von zweischaligen Haustrennwänden
Theoretische Überlegungen und Messergebnisse**Christian Burkhart*Akustikbüro Schwartzberger und Burkhart*

In letzter Zeit wurde viel über die erzielbare und geschuldete Luftschalldämmung von zweischaligen Haustrennwänden diskutiert. Die Problematik der Trittschallübertragung über zweischalige Haustrennwände blieb bisher unberücksichtigt bzw. wurde wenig diskutiert. Zum Thema werden theoretische Überlegungen vorgestellt, auch zur Schallübertragung in den verschiedenen Geschossen und zur Übertragung tieffrequenten Trittschalls. Praxisfälle und Praxisprobleme sowie statistische Auswertungen eigener Messdaten der letzten 10 Jahre werden vorgestellt.

Do. 13:45 HS 0606

Bauakustik 2

Schalldämmung von Haustrennwänden in HolzbauweiseAndreas Rabold, Joachim Hessinger, Fritz Holtz*LSW-Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik*

Gebäudetrennwände in Holzbauweise werden in Deutschland üblicherweise als zweischalige Konstruktion aus einfachen Holzständerwänden aufgebaut. Diese Konstruktion ermöglicht sehr gute Schalldämmwerte bei mittleren bis hohen Frequenzen. Im niederfrequenten Bereich weisen diese Holzbaukonstruktionen jedoch nur eine geringe Schalldämmung auf. Die Bewohner von Doppel- und Reihenhäusern können diese Schallübertragung im niederfrequenten Bereich als Poltern oder Dröhnen wahrnehmen. Ziel eines vom Bundeswirtschaftsministeriums über die AiF geförderten Forschungsvorhabens war es diese niederfrequenten Schallübertragungen zu untersuchen und wenn möglich die Schalldämmung der Holzkonstruktionen in diesem Bereich zu verbessern. Diagnosemessungen hatten gezeigt, dass die niederfrequenten Schallübertragungen von Holzständerwänden sehr stark durch die Eigenschwingungen der Wandbeplankungen beeinflusst wird. Auf Grundlage dieser Diagnosemessungen sowie unter Berücksichtigung allgemeiner Grundlagen der Bauakustik wurde ein Maßnahmenpaket von Ansätzen zur schalltechnischen Verbesserungen der Gebäudetrennwände erarbeitet und hinsichtlich der schalltechnischen Wirksamkeit überprüft. Durch Kombination der verschiedenen Maßnahmen konnten zwei unterschiedliche Konstruktionsprinzipien von

Gebäudetrennwänden erarbeitet werden, die hinsichtlich ihrer Schalldämmung (bewertetes Schalldämm-Maß R_w und niederfrequente Schalldämmung) den üblichen Standard einer Wand in Mauerwerk- oder Betonbauweise erreichen bzw. je nach Ausführung übertreffen. Eines der Konstruktionsprinzipien arbeitet mit einem Brandschutztextil anstelle der Beplankungen in der Haustrennfuge. Bei einem alternativen Aufbau wird die erforderliche niederfrequente Schalldämmung durch eine Erhöhung der Haustrennfugenbreite zusammen mit einer Verringerung des Ständerrasters erreicht.

Do. 14:10 HS 0606

Bauakustik 2

Verbesserung der Schalldämmung von Holzständerwänden bei punktförmiger Anregung durch Verwendung von Metall-Feder-Profilen

Andreas Mayr, Trevor Nightingale

FH Stuttgart

Metall-Feder-Elemente, im englischen Sprachgebrauch unter "resilient metal channels (RC's)" bekannt, werden in Nordamerika sehr oft für einfache Holzständerwände und Holzbalkendecken verwendet, um Körperschallübertragung zwischen den Holzrahmen-Bauteilen und den damit verbundenen Gipskartonplatten zu reduzieren. Allerdings gibt es keine systematische Untersuchung dieser Elemente hinsichtlich ihrer Einflussfaktoren auf die Körperschallübertragung.

In diesem Beitrag werden mit Hinblick auf die relative Körperschalltransmission die beiden für die Holzständer in Frage kommenden Bewegungsmechanismen, Auslenkung normal zur Anregekraft und Rotation um eine Mittelachse, untersucht und Aussagen zu der oft verwendeten Annahme, dass Energieübertragung durch eine Rotationsbewegung des Holzständers vernachlässigbar ist, getroffen. Um die Effektivität der Metall-Feder-Profile aufzuzeigen, werden Messungen mit und ohne Abstandhalter verglichen. Dabei ist berücksichtigt, dass diese Profile die Transmissionskette zwischen den schwingenden Holzständern und dem Schalldruckpegel im Empfangsraum zum einen durch die Körperschallübertragung von den Holzständern zur Gipskartonplatte und zum anderen durch das Abstrahlverhalten der Gipskartonplatte beeinflussen. Der kombinierte Effekt für Körperschallanregung resultiert in einer Reduzierung der in den Raum abgestrahlten Schallleistung von wenigstens 10-15 dB im bauakustischen Frequenzbereich.

Do. 14:35 HS 0606

Bauakustik 2

Akustische Modellierung von Leichtbauteilen mit internen ResonatorenSteffen Hettler*Fraunhofer-Institut für Bauphysik*

Da homogene Baumaterialien in der Realität nur einen Teil der Vielfalt darstellen, wurde in den letzten Jahren die theoretische Modellierung inhomogener Strukturen verstärkt. Dabei gewonnene Erkenntnisse wiesen auf eine frequenzabhängige Verbesserung der Schalldämmung aufgrund inhomogener Eigenschaften hin. Bei der Entwicklung neuer Materialien gewinnen daher Lösungsansätze, welche sich Effekte von gegebenen oder provozierten Inhomogenitäten zunutze machen, verstärkt an Bedeutung. Die hier vorgestellte Untersuchung zielt auf eine effiziente Anwendung lokal wirksamer Resonanzsysteme zur Verbesserung der Schalldämmung von Leichtbauteilen bei tiefen Frequenzen. Die Nutzung der Vorteile von beschichteten mehrlagigen Plattenstrukturen wird durch räumlich verteilte Schwingungstilger ("Vibration Neutralizer") erweitert. Besondere Aufmerksamkeit ist der Positionierung und Anzahl der Schwingungstilger gewidmet. Dabei kommen verschiedene Verteilungsmuster zur Anwendung. Zunächst wurde ein Stabmodell entwickelt, welches das modale Verhalten der Grundstruktur im Zusammenhang mit der Positionierung der Schwingungstilger erfasst. Erste Parameterstudien haben die erwartete Positionsabhängigkeit der Schwingungstilger bestätigt. Die Transmissionseigenschaften der Trennbauteile können durch Auswahl der Schwingungstilger, Verteilungsmuster und Anzahl wesentlich beeinflusst werden.

Do. 15:00 HS 0606

Bauakustik 2

Untersuchung des Schwingungsverhaltens von leichten StänderwändenStefan Schoenwald, Eddy Gerretsen, Heiko Martin*Eindhoven University of Technology*

Noch relativ wenig ist leider über das dynamische Verhalten von leichten Ständerwänden bekannt. Dies gilt insbesondere für den Fall von freien resonanten Schwingungen, der bedeutend für die Messung und die Vorausberechnung der Schalllängsleitung ist. Im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Anpassung der bestehenden Körperschallmessmethode der prEN ISO 10848, der

sogenannten direkten Methode, wurde eine Untersuchung dieses dynamischen Verhaltens durchgeführt.

Entsprechend des Frequenzbereichs wurden verschiedenen Messtechniken, wie z. B. die Experimentelle Modale Analyse oder die sogenannte Power-Injection Methode, angewandt.

Als Untersuchungsobjekt dienten zwei geometrisch identische Wände, wovon eine als Holz- und die andere als Metallständerwand ausgeführt war. Im Laufe der Untersuchung wurden die Wände schrittweise erweitert und verändert, um den daraus resultierenden Einfluss auf das dynamische Verhalten zu verdeutlichen.

Do. 15:25 HS 0606

Bauakustik 2

Schalldämmung von Labyrinth-Systemen in Wandbauteilen

Philip Leistner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Zur Be- und Entlüftung enthalten Gebäude- und Gehäusewände bzw. Wandbauteile Öffnungen. In einigen Fällen erfordert die Frischluftzufuhr oder Wärmeabfuhr eine Konditionierung der Luft und für ausreichende Transportraten zusätzlich Ventilatoren. Bei Schallschutzforderungen reduzieren die Öffnungen die schalldämmende Wirkung der Wandbauteile erheblich. Nicht nur um die direkte akustische Durchstrahlung zu verhindern und gleichzeitig Raum für eine Bedämpfung des Schalldurchgangs zu schaffen, werden die Öffnungen mit Labyrinth-Systemen in Gestalt von aufeinander folgenden Umlenkungen, Querschnittsänderungen usw. verbunden. Die dadurch erreichte Labyrinth-Strecke ist meist deutlich größer als die eigentliche Wanddicke. Da auch aerodynamische Ansprüche zu erfüllen sind und verborgene Hohlräume in Wandbauteilen ideale Schmutz- und Staubfänger darstellen, müssen diese Aspekte gemeinsam mit der akustischen Optimierung behandelt werden. Unter Einbeziehung zahlreicher experimenteller Daten werden akustische Berechnungsmöglichkeiten für Labyrinth-Systeme und deren Verknüpfung mit dem jeweiligen Wandbauteil vorgestellt. Diese münden in Verbesserungsmöglichkeiten, abhängig von der baulichen Situation und Aufgabe.

Do. 10:35 HS 0670

Strömungsakustik

Numerische Simulation von strömungsbedingtem LärmAstrid Schulze, Otto Von Estorff*Technische Universität Hamburg-Harburg*

Umströmungslärm tritt in zahlreichen technischen Anwendungen als negative Begleiterscheinung auf, die es aus Lärmschutzgründen oder zur Steigerung des Komforts zu minimieren gilt. Durch die Reduktion herkömmlicher Geräuschquellen, wie z.B. Motorengeräusche, nimmt der strömungsbedingte Anteil am Gesamtlärm zu und kann sich sogar zur dominierenden Geräuschquelle entwickeln.

Basierend auf den Erhaltungsgleichungen von Masse, Impuls und Energie lassen sich prinzipiell sowohl das instationäre Strömungsverhalten als auch die Ausbreitung von Druckwellen in der Strömung beschreiben. Eine direkte numerische Simulation ist jedoch aufgrund hoher Unterschiede in den Längen- und Energieskalen des hydrodynamischen und akustischen Feldes äußerst rechenaufwendig. Gegenwärtig scheinen daher vor allem hybride Methoden, die die Disparitäten der verschiedenen Skalen durch Splittung des Lösungsgebietes zu bewältigen versuchen, eine sinnvolle Vorgehensweise zu sein.

Im gegenwärtigen Beitrag wird, dem Ansatz von Shen und Sorensen folgend, das Lösungsgebiet in ein inkompressibles/viskoses hydrodynamisches Feld und in ein kompressibles/nicht viskoses akustisches Feld gesplittet. Die Lösung des akustischen nichtlinearen Gleichungssystems erfolgt mittels eines Finite-Differenzen-Verfahrens. Die Vorgehensweise wird anhand von ausgewählten Beispielen vorgestellt und kritisch diskutiert. Vor allem wird die Genauigkeit der Lösung in Abhängigkeit von der Diskretisierung und verschiedenen anderen Einflussparametern aufgezeigt.

Do. 11:00 HS 0670

Strömungsakustik

The numerical investigation of flow-induced sound generation from a simplified alternator geometryMatthew Wasko, Michael Fischer*Robert Bosch GmbH*

At high revolution speeds, the noise from vehicle alternators is dominated by the interaction between the unsteady flow field

and solid surfaces. The noise generated from these aerodynamic sources can be a significant contributor to total vehicle drive-by noise. We carry out a numerical investigation into the flow-induced noise generating mechanisms of a simplified, alternator-based geometry. This geometry is designed such that it includes the components that have an impact on the flow and acoustic field of a real alternator geometry. These include the front shield, struts, bearings, fan assembly, claw pole assembly and copper windings with ventilation slots. Subsequently we use the blade surface pressure fluctuations determined from an unsteady RANS (Reynolds-averaged Navier-Stokes) fluid dynamics solution as input into Lowson's equation for rotating acoustic sources. We compare the solution to experimental results obtained in a semi-anechoic chamber from an equivalent physical model at various speeds.

Do. 11:25 HS 0670

Strömungsakustik

Numerische Untersuchung des Eigenschwingungsverhaltens von generischen Profile mit Hilfe der CAA

Murat Sabanca, Jan Delfs

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt,

Im Rahmen des BMBF Projektes AKUSIM wurden Schallquell- und Schallausbreitungsmechanismen an generischen Profilen besteht aus Halbzylinder mit Durchmesser d und Heckkeil der Länge l untersucht. Die akustischen Schwankungsgrößen wurden mittels Störungsgleichungen über einer zeitgemittelten Grundströmung (bestimmt aus RANS Gleichungen) simuliert. Der Hinterkantenwinkel hat einen Einfluss auf die Ausbildung der instationären Wirbelstrukturen. Diesseits und jenseits eines kritischen Hinterkantenwinkel Bereich konnten periodische, aber unterschiedliche Wirbelcharakteristiken identifiziert werden, die zu unterschiedlich starken Schallquellmechanismen aufgrund der Wechselwirkung der Wirbelstrukturen mit der Profilhinterkante führen. Die Transition zwischen den beiden tonalen Schallquellmechanismen erfolgt über einen Hinterkantenwinkel Bereich, bei dem offensichtlich nichtperiodische Dynamik vorliegt. Die zwei periodische Wirbelablösungsformen können zwei charakteristischen Grundströmungsfällen zugeordnet werden: Im ersten Grundströmungsfall liegt die Strömung aufgrund der langen Profilsehne $l/d \geq 3.75$ im wieder an; im zweiten Fall ist sie voll abgelöst (kurze Profilsehne mit $l/d < 3.75$). Bei abgelöster Grundströmung werden Wirbel alternierend abgeworfen (von

Karmansche Wirbelstrasse). Bei anliegender Strömung wird die Generierung von Störwirbelstärke in der instabilen Grenzschicht durch die Schallabstrahlung von der Hinterkante getriggert, d.h. die Störwirbel der Profillober- und Unterseite sind gleichphasig. Bei einem bestimmten Abstand von Wiederanlegepunkt und Hinterkante wird dieser Rückkopplungsmechanismus ineffektiv. Die simulierten Dipolcharakteristiken der Schallabstrahlung stimmen mit der theoretischen Richtcharakteristik eines akustisch kompakten Profils überein. Der zeitliche Verlauf der Stördruckschwankungen wird sowohl mit experimentellen als auch mit den Vorhersagen des Lattice-Boltzmann Verfahrens von Achilles und Wilde verglichen. Während dieser Untersuchung wurden die numerische Wandrandbedingung sowie numerische Filter zur Unterdrückung hochfrequenter artifizierlicher Lösungsanteile hinsichtlich des Einflusses auf die aeroakustische Simulationsgüte des Störungsverfahrens verbessert.

Do. 11:50 HS 0670

Strömungsakustik

Strömungsakustische Simulationen mit dem Lattice-Boltzmannverfahren

Andreas Wilde

Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen

Im Rahmen des BMBF-Projektes Akusim wurden Strömungsakustische Simulationen verschiedener Teststrukturen mit dem Lattice-Boltzmannverfahren durchgeführt. In diesem Beitrag werden einerseits theoretische Aspekte der Anwendung des Lattice-Boltzmannverfahrens für die Strömungsakustik erörtert, andererseits werden die Ergebnisse der Testrechnungen vorgestellt.

Zur Untersuchung der numerischen Fehler bei der Simulation der Ausbreitung von Schallwellen wurde eine von-Neumann-Analyse des linearisierten Lattice-Boltzmann-Modell in zwei und drei Dimensionen (D2Q9 und D3Q19-Modell) durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Phasengeschwindigkeit der Schallwellen mit abnehmender Wellenlänge vom theoretischen Wert abweicht. Bei einer Auflösung von ca. 10 Gitterpunkten pro Wellenlänge überschreitet der Fehler in der Phasengeschwindigkeit 1%. Die Dissipation von Schallwellen entspricht im numerischen Modell weitgehend dem theoretisch vorhergesagten Verhalten, was in der Praxis bedeutet, dass die Dissipation in den allermeisten Fällen vernachlässigbar ist. Sowohl die Dissipationsfehler als auch die Abweichungen der Phasengeschwindigkeit sind nahezu unabhängig von der Laufrichtung der Wellen relativ zum Gitter.

In numerischen Experimenten wurde die Schallerzeugung bei der Überströmung eines Helmholtzresonators sowie die Schallerzeugung bei der Umströmung eines Halbzylinders mit Heckdreikant untersucht. Im Falle des Helmholtzresonators ergab sich eine gute Übereinstimmung der Druckschwankungen im Resonator mit in der Literatur veröffentlichten Windkanalmessungen. Im Falle des Halbzylinders werden die numerischen Ergebnisse mit Daten eines Windkanalexperimentes an der TU Dresden verglichen (siehe Vortrag Achilles).

Do. 12:15 HS 0670

Strömungsakustik

Aeroakustische Validierungen am Beispiel einer generischen Fahrzeugstruktur

Stefan Achilles, Andreas Zeibig, Andreas Wilde

Technische Universität Dresden

Im Rahmen des Forschungsverbundes "Leiser Verkehr" erfolgte die numerische Simulation der Schallerzeugung bei der Umströmung typischer Fahrzeugstrukturen. Zur Validierung der numerisch erzielten Ergebnisse war die experimentelle Bestimmung von Strömungs- und Schallfeldgrößen notwendig. An einer exemplarisch ausgewählten typischen Fahrzeugteilstruktur (Halbzylinder mit Nachlaufdreikant "Strebe") wurden dazu Hitzdrahtmessungen, Messungen der instationären Wanddruckfelder mittels Wanddruckmesstechnik sowie Schalldruckmessungen zur Ermittlung der Richtcharakteristik der Schallabstrahlung durchgeführt. Die dabei erzielten Messergebnisse werden präsentiert und mit den Ergebnissen numerischer Berechnungen verglichen. Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Strömungs- und Schallfeldgrößen wurde die Korrelation zwischen hydrodynamischen Wanddruckschwankungen und Fernfeldschalldruck bestimmt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im Vortrag dargestellt und diskutiert.

Do. 13:45 HS 0670

Strömungsakustik

Berechnung des Umströmungsgeräusches vorwärtsgeneigter Stufen mit Hilfe eines synthetischen turbulenten Geschwindigkeitsfeldes

Marcus Bauer

Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Umströmungsgeräusche belasten beim Hochgeschwindigkeitsverkehr (Schiene, Straße, Luft) sowohl die Bevölkerung als auch

die Reisenden in erheblichem Maße. Für den Entwurf lärmarmer Verkehrsmittel besteht der Bedarf nach Werkzeugen, die bereits am Computer eine akustische Optimierung entsprechender Bauteile erlauben. Mit den heute verfügbaren Rechnerressourcen ist dies durch eine Direkte Numerische Simulation (DNS) als Lösung der zugrundeliegenden Navier-Stokesschen Gleichungen (NSG) jedoch nicht möglich, so dass sich hybride Verfahren, die vereinfachte Formen dieser Gleichungen lösen, wachsender Beliebtheit erfreuen. Bei einem dieser Ansätze werden zunächst die RANS-Gleichungen (Reynolds Averaged Navier Stokes, zeitgemittelte NSG) gelöst und die zeitabhängige Turbulenz als Schallquelle wird mittels statistischer Information aus der RANS-Lösung künstlich erzeugt. Im zweiten Schritt werden modifizierte Formen der Eulergleichungen (NSG ohne Reibung) mit einem Quellterm gelöst, um die Schallerzeugung und -ausbreitung zu berechnen. Der Quellterm wird aus dem synthetischen turbulenten Geschwindigkeitsfeld generiert. Ziel der Untersuchungen war die Prüfung der Frage, ob mit dieser Methode das Umströmungsgeräusch einer vorwärtsgeneigten Stufe als typisches Bauteil (siehe etwa Fensterdichtungen) entsprechender Verkehrsmittel zuverlässig vorhergesagt werden kann. Dazu wurden bei verschiedenen Anströmgeschwindigkeiten und Stufenformen zwei Modifikationen der Eulergleichungen verwendet, nämlich die Linearisierten Eulergleichungen (LEE) einerseits, sowie die Acoustic Perturbation Equations (APE) andererseits. Die Arbeiten wurden im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts 'Leiser Verkehr', Teilprojekt 'Akustische Simulationsverfahren', durchgeführt. Eine Validierung erfolgt anhand von Messdaten der Projektpartner. Es wurden Wanddruckschwankungen, Fernfeldschalldrücke (Mikrofone) und Grenzschichtprofile (Hitzdrahtsonde) am Windkanalmodell gemessen.

Do. 14:10 HS 0670

Strömungsakustik

Experimentelle Untersuchungen zu strömungsinduzierten Schallquellen

Christian Hahn, Georg Hepke, Stefan Becker, Manfred Kaltenbacher, Franz Durst, Reinhard Lerch

Lehrstuhl für Sensorik, Universität Erlangen-Nürnberg

Von besonderem Interesse in der Strömungsakustik ist die Charakterisierung des Zusammenhanges zwischen strömungsmechanischen Größen und akustischen Fernfeldgrößen. Hierzu werden im Rahmen eines Projektes („Strömungsinduzierter Lärm’*) **Korrelationsmessungen** an einfachen Geometrien

durchgeführt. Das Ziel der Untersuchungen ist, signifikante Bereiche zu identifizieren, die für die Schallabstrahlung verantwortlich sind. Als Objekte werden ein überströmter Vierkant-Zylinder und eine **vorwärtsspringende Stufe**, letztere mit verschiedenen Profilen, analysiert.

Die Messungen erfolgen in einem aeroakustischen Windkanal, welcher in einen reflexionsarmen Raum (untere Grenzfrequenz 300 Hz) integriert ist. Es können Windgeschwindigkeiten bis zu 50 m/sec bei einem niedrigem Turbulenzgrad ($< 0.2\%$) und homogener Geschwindigkeitsverteilung in der offenen Meßstrecke erzeugt werden. Der Vierkant-Zylinder befindet sich auf einer Platte und wird vollständig umströmt (3d-Fall). Die Frequenz der beobachteten Wirbelablösungen im Strömungsfeld ist entsprechend der Strouhal-Zahl auch im akustischen Signal wieder zu finden. Durch Messungen an gegenüberliegenden Mikrofonen wird auch der Dipolcharakter der strömungsinduzierten Schallquelle sichtbar.

Im Fall der vorwärtsspringenden Stufe werden Untersuchungen für Reynoldszahlen von 16×10^3 bis 32×10^3 durchgeführt. Speziell der Einfluß verschiedener Ausformungen der Stufenoberkante (scharfe Kante, abgerundete Kanten verschiedener Radien) auf Strömungs- und Schallgrößen wird dargestellt. Hierbei werden mittels Kreuzkorrelation strömungsmechanischer Größen (Wanddruck, Strömungsgeschwindigkeit) und den akustischen Fernfeldgrößen (Schalldruckpegel) die jeweiligen Übertragungsfunktionen erfasst und die für die Schallabstrahlung verantwortlichen Gebiete lokalisiert.

*gefördert durch die Bayerische Forschungsstiftung

Do. 14:35 HS 0670

Strömungsakustik

Simulationsumgebung zur Berechnung der Entstehung sowie Ausbreitung von strömungsinduziertem Lärm

Manfred Kaltenbacher, Max Escobar, Reinhard Lerch, Ali Irfan, Stefan Becker, Franz Durst

Lehrstuhl für Sensorik, Universität Erlangen-Nürnberg

In vielen Bereichen sind Arbeitsprozesse mit hohen Gesundheitsgefährdenden strömungsinduzierten Geräuschbildungen verbunden. Zunehmende Mobilitätsanforderungen und die fortschreitende Industrialisierung verschärfen dieses Problem von Jahr zu Jahr. Diese Tatsache führt zu einer zunehmenden

Nachfrage an Simulationsprogrammen, welche die komplexe Interaktion zwischen der Strömungsmechanik und der Akustik präzise berechnen können. Damit soll dem Ingenieur ein Werkzeug zur Verfügung gestellt werden, mit welchem er die Ursachen der Schallentstehung analysieren kann, um so eine Reduktion des strömungsinduzierten Lärms an bestehenden sowie neu zu entwickelten Maschinen und Geräten erzielen zu können.

Der Inhalt des Vortrages wird sich auf die Vorstellung einer neu entwickelten Simulationsumgebung zur Berechnung der Entstehung sowie Ausbreitung des strömungsinduzierten Lärms konzentrieren. Dabei erfolgt eine direkte Kopplung der Strömungs- (Finite-Volumen-Methode) und der Akustikberechnung (Finite-Elemente-Methode) im Zeitbereich. Da für praktische Problemstellungen einerseits das Rechengebiet für die Schallausbreitung meistens größer als jenes für die Strömungsmechanik ist und andererseits die Ortsdiskretisierung in der Strömungsmechanik wesentlich feiner ist, werden für die Strömungsmechanik sowie Akustik unterschiedliche Gitter verwendet. Der für die Berechnung erforderliche Datenaustausch wird von MpCCI (Mesh-based parallel Code Coupling Interface) durchgeführt. Die nach der Lighthill-Analogie zu ermittelnden akustischen Quellterme werden entsprechend der Finiten-Elemente-Methode auf der Strömungsseite berechnet. Damit ergibt sich nur noch eine skalare Größe, welche mit MpCCI auf das akustische Gitter interpoliert wird.

Die praktische Anwendbarkeit der neu entwickelten Simulationsumgebung wird anhand eines umströmten Zylinders sowie einer vorwärtsspringenden Stufe demonstriert.

Do. 15:00 HS 0670

Strömungsakustik

Experimentelle und numerische Untersuchung der strömungsinduzierten Schallentstehung an 2D-Geometrien auf Oberflächen

Marco Zucchini, Martin Fischer

Robert Bosch GmbH

Die Schallemission bei der turbulenten Anströmung geneigter Oberflächen wird durch die Gegenwart von Objekten auf der Oberfläche verstärkt und verändert. So erhöht beispielsweise die Wechselwirkung des Scheibenwischers mit dem Fahrtwind an der Windschutzscheibe den Geräuschpegel im Inneren von Fahrzeugkabinen. Im vorliegenden Beitrag analysieren wir die Mechanismen der Schallentstehung mit experimentellen und numerischen Methoden anhand von vereinfachten 2D-Geometrien.

Hierbei nutzen wir stationäre bzw. instationäre Strömungsrechnungen als Grundlage für verschiedene numerische Verfahren der Schallquellen-Modellierung (Expansion about Incompressible Flow, Stochastic Noise Generation and Radiation). Die Ergebnisse aus der numerischen Vorhersage stellen wir eigenen Messungen (Laser-Doppler-Interferometrie und Hitzdrahtanemometrie) im neuen aeroakustischen Windkanal von BOSCH gegenüber und diskutieren die Übereinstimmung zwischen Numerik und Experiment.

Do. 15:25 HS 0670

Strömungsakustik

Elektroakustische Multipolmodellierungen in der Strömungsakustik am Beispiel des Hinterkantenlärms

Peter Költzsch, Marcus Bauer, Andreas Witing, Andreas Zeibig, Max Kettlitz

Technische Universität Dresden

Auf der Grundlage der LIGHTHILLSchen Analogie können physikalische Mechanismen der Strömungsschallerzeugung durch akustische Multipole modelliert werden. Beispiele dafür sind die Quadrupolmechanismen des Strahl­lärms, die Dipol- und Monopolmechanismen des Rotorlärms von Propellern und Ventilatoren sowie die Elementarstrahlermodellierungen des Verbrennungslärms. Diese Modellierung wurde nunmehr messtechnisch für den Hinterkantenlärm realisiert. Im Zusammenhang mit numerischen Berechnungen des Strömungsschalls wurden die akustischen Richtcharakteristiken des Hinterkantenlärms von Platten und Profilen, die mit sehr unterschiedlichen Methoden ermittelt worden sind, miteinander verglichen. Dieser Vergleich bezog sich auf die Ergebnisse von numerischen Berechnungen, andererseits aber auch auf die Ergebnisse von analytischen Berechnungsverfahren. Schließlich wurde die Multipolmodellierung des Hinterkantenlärms mit einem einfachen akustischen Experiment validiert: eine Lautsprecheranordnung an der Hinterkante einer endlichen Platte wurde als ideales Dipolmodell zur Ausmessung der Richtcharakteristik der Schallabstrahlung im reflexionsarmen Raum verwendet. In weiten Bereichen der HELMHOLTZ-Zahl stimmen die Ergebnisse für die Richtcharakteristiken aus den unterschiedlichen Verfahren befriedigend gut überein. Physikalisch gesehen zeigen sich für die verschiedenen Bereiche der HELMHOLTZ-Zahl gut interpretierbare Ergebnisse: erstens der klassische Dipol als kompakte Quelle, zweitens die zunehmende

"Lappung" der Richtcharakteristik als Ergebnis der Kantenstreuung und -beugung (Hinter- und Vorderkante), und drittens der extrem nichtkompakte Fall mit der halbinendlichen Platte, d. h. die kardioidförmige Richtcharakteristik. Das Messverfahren mit einer elektroakustischen Modellierung der Strömungsschallquelle wurde auch für weitere Tragflügelkonfigurationen (mit Landeklappen) angewandt.

Do. 15:50 HS 0670

Strömungsakustik

On Noise Production by a Limited Region of Turbulence in a Circular Rigid-Walled Pipe

Andriy Borisyuk

Institute of Hydromechanics

A general theory of noise production by a limited region of turbulence in an infinite straight rigid-walled pipe of a circular cross-section is developed, and the quantitative relationships between the characteristics of the noise field generated and the parameters of pipe and turbulent flow are established. The problem is solved via the use of the modal analysis and the Green's function technique, as well as the methods of correlation and spectral analysis. Turbulent flow is modelled by the distributed quadrupole and dipole sources (whose characteristics are assumed to be known), and the cases of homogeneous and non-homogeneous turbulence are considered. It is shown that the noise energy does not decrease as the distance from the turbulent sources increases, and is a sum of the energies of the acoustic modes of pipe. The acoustic mode energy consists of the three parts herewith. The first part is the energy generated by the volume quadrupoles, the second part results from the surface dipoles, and the third part is due to interaction of the quadrupoles and dipoles. An order of magnitude analysis of these parts is carried out for different values of the flow Mach number, and the corresponding simplified expressions for the acoustic power are obtained.

Do. 10:35 HS 1601

Musikalische Akustik

Betriebsschwingungsformen und Moden beim Hackbrett

Helmut Fleischer

UniBw München

Untersucht werden die Schwingungen eines chromatischen Hackbretts (Hammered Dulcimer). Großer Wert wird auf wirklichkeitsnahe Lagerung und Anregung des Instruments gelegt.

Der Korpus wird an einer festgehaltenen Stelle des Stegs mit einem Kraftsignal angeregt. Die Bewegung der Decke bzw. des Bodens wird mit einem Laserstrahl berührungsfrei 'abgescannt'. Aus Schwinggeschwindigkeit und Kraft wird für jeden Abtastpunkt eine Übertragungsfunktion gebildet. Die Messdaten werden auf zwei Arten ausgewertet. 1. Unter Nutzung der Software des Scanning Vibrometers legt der Experimentator an Hand der Maxima der Gesamt-Übertragungsfunktion diejenigen Frequenzen fest, bei denen die Bewegung des Korpus dargestellt werden soll. Die Ergebnisse sind die Betriebsschwingungsformen (Operating Deflection Shapes) bei den ausgewählten Frequenzen. 2. Die Übertragungsfunktionen samt Geometriedaten werden in das Programm StarModal importiert und einer Modalanalyse unterzogen. Die Ergebnisse sind die Eigenmoden, jeweils gekennzeichnet durch die Eigenschwingungsform mit zugehöriger Eigenfrequenz und modaler Dämpfung. Die Ergebnisse werden präsentiert und verglichen. Es wird erörtert, welcher Aufwand der Fragestellung angemessen ist. Ist es notwendig, die Eigenmoden zu bestimmen oder ist es für das Verständnis eines Musikinstruments förderlicher, die Betriebsschwingungsformen zu studieren?

Do. 11:00 HS 1601

Musikalische Akustik

Das Kasha-System - Konzeption und physikalische Messungen

Thomas Ochs

westsächsische hochschule zwickau

Der US-amerikanische Biophysikers Prof. Dr. Michael Kasha beschäftigt sich seit Mitte der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts mit der Konstruktion von Konzert- und Stahlsaitengitarren. Sein Ziel ist es, diese in ihrer akustischen Funktion zu verbessern. Zusammen mit dem Gitarrenbauer Richard Schneider und anderen hat Kasha in mehr als 30 Jahren Entwicklungsarbeit eine neue Konzeption für den Bau von Konzert- und Stahlsaitengitarren entwickelt. Diese unterscheidet sich in Herangehensweise und Ausführung grundlegend von traditionellen Bauweisen. Die Kasha Bauweise wird in Fachkreisen sehr kontrovers diskutiert. Viele Instrumentenbauer sehen in der traditionellen spanischen Gitarrenbauweise nach Torres die höchste Entwicklungsstufe des Instruments bereits erreicht. Durch die von Antonio de Torres

(1817-1892) populär gewordene Fächerbeleistung konnte die Gitarre als Soloinstrument im Konzertsaal bestehen. Für Kasha widerspricht diese Konstruktion aber den physikalischen Prinzipien schwingender Festkörper. In diesem Beitrag sollen die wesentlichen Merkmale des Konzepts dargestellt und auf einige Ergebnisse von meßtechnischen Untersuchungen an Kasha-Gitarren eingegangen werden.

Do. 11:25 HS 1601

Musikalische Akustik

Experimente mit der Geigenstimme

Eberhard Meinel, Junko Mishima

Westsächsische Hochschule Zwickau (FH)

Der Stimmstock der Geige zählt zu den wichtigsten klangbestimmenden Teilen des Instrumentes. Es bieten sich deshalb vielfältige Möglichkeiten, das Klangbild auch am fertigen Instrument in bestimmten Grenzen zu ändern. Anhand der Analyse von Klopf-tönen (Übertragungsfunktion und Zeitverlauf) und der gestrichenen Leersaiten sowie einer subjektiven Bewertung durch einen Anspielttest wurde geprüft, inwieweit sich verschiedene Manipulationen und unkonventionelle Stimmenformen klanglich auswirken und ihre Klangwirkung durch vereinfachte Messverfahren sicher nachzuweisen ist.

Do. 11:50 HS 1601

Musikalische Akustik

Beitrag der Strömungsmechanik in Blasinstrumenten

Roger Grundmann

Technische Universität Dresden

Die Strömungsakustik in Blasinstrumenten wird heutzutage nur über die akustischen Differenzialgleichungen und über die Instrumentenbauerfahrung realisiert. Tatsächlich wird aber bei Blasinstrumenten ein doch ansehnlicher Volumenstrom durch das Instrument bewegt. Überlagert über dem Volumenstrom, der durch das statische Druckfeld beschrieben werden kann, sind die akustischen Wellen, die wiederum durch das akustische Störungsdruckfeld mit Hilfe der Wellenausbreitungsgleichung erfasst werden können. Das Verhältnis der charakteristischen Geschwindigkeiten zu diesen beiden Druckfeldern beträgt zwei Größenordnungen. Die Wechselwirkung beider kann jeweils durch repräsentative Terme in den beschreibenden Gleichungen erfasst werden, so dass innerhalb eines iterativen Prozesses ein Gleichgewicht ermittelt werden kann. So muss die Wellen-Gleichung

durch eine rechte Seite gemäß der Lighthill-Analogie erweitert werden, um die durch die Verdrängungseffekte der Strömung hervorgerufenen geometrischen Veränderungen der aktiven Strömungsquerschnitte einbeziehen zu können. Das Ziel der Untersuchungen ist der Nachweis, dass Rückwirkungen der Grundströmung, wie der Verdrängungsdickeneffekt der Grenzschicht oder wie der von Ablösegebieten auf die Ausbreitung des Schalls von größter Bedeutung sind. So ist eine unvollständige Klappenöffnung bei Holzblasinstrumenten für eine ausgesprochen "flache" Klangfarbe des gebildeten Tons verantwortlich. Bei Blechblasinstrumenten wird das "Kieksen", was einem Ausreißen des gewünschten Tons in den nächst höheren Naturton des Instruments entspricht, aller Voraussicht nach durch eine instationäre Ablösung und daraus resultierender beschleunigter Strömung im Strahlgebiet verursacht.

Do. 12:15 HS 1601

Musikalische Akustik

Schallausbreitung in Blechblasinstrumenten

Klaus Wogram

PTB-Braunschweig

Bei der Klangerzeugung bei Blechblasinstrumenten entstehen in der von dem Blechrohr eingeschlossenen Luftsäule Schallwellen, die zwischen Bläserlippen und Schalltrichterrand (Stürze) hin- und herwandern. Dabei durchlaufen sie Rohrteile von sehr unterschiedlichem Durchmesser und Biegung, wodurch Reflexionen entstehen, die die Resonanzgüte der einzelnen Instrumentenresonanzen beeinträchtigen können. Es werden Ergebnisse von Untersuchungen vorgetragen, bei denen sowohl physikalische Meßmethoden als auch das Finite Elemente Verfahren erprobt wurden. Ziel der Untersuchungen ist es, die Gründe für die störenden Reflexionen aufzuspüren und damit eine Verbesserung der Ansprache von Blechblasinstrumenten zu erreichen.

Do. 13:45 HS 1601

Musikalische Akustik

Tonerzeugung in Flöten - Dreidimensionale Simulation mit der Lattice-Boltzmann-Methode

Helmut Kühnelt

Universität für Musik und darstellende Kunst Wien

In Kernspaltinstrumenten wie Quer-, Blockflöten und labialen Orgelpfeifen wird der Ton durch die Wechselwirkung von Luftstrahl und Schallfeld im Instrument erzeugt.

In einem mesoskopischen Ansatz simuliert die Lattice-Boltzmann-Methode

(LBM) die von den Navier-Stokes-Gleichungen bestimmte Dynamik eines idealen Gases bei niederen Mach-Zahlen. Es wird gezeigt, daß die LBM geeignet ist, die schwache Interaktion zwischen Strömung und Akustik zu simulieren.

In dreidimensionalen Simulationen realistischer Geometrien wird die Klangerzeugung in Flöten untersucht. Das Verhalten des schwingenden Systems in Zeit- und Frequenzbereich und der durch strömungs-akustische Interaktion erzeugte Schall werden betrachtet, ebenso wie die Auswirkung kleiner Änderungen der Geometrie im Labialbereich auf den Klang.

Do. 14:10 HS 1601

Musikalische Akustik

Einschwinggeräusche von Labialpfeifen analysiert mit der Wavelet-Transformation

Sebastian Zschernig, Steffen Bergweiler, Reimund Gerhard-Multhaupt, Matthias Holschneider
Universität Potsdam, MatNatFak

Wir haben Unterschiede im Klang von labialen Orgelpfeifen analysiert. Die Pfeifen unterscheiden sich in der Stärke der Resonatorwände. Wir untersuchten Pfeifen mit konischem (bei konstantem Innendurchmesser der Pfeife(!) vom Labium bis zum offenen Ende dünner werdend) und mit gleichmäßigem Wandungsprofil. Ansonsten ist die Form der Pfeifen identisch und sie wurden gleichartig intoniert. Untersucht wurden 16 Pfeifen - acht von jeder Sorte. Somit konnte eine sinnvolle statistische Auswertung erfolgen.

Während Steffen Bergweiler u.a. auf der DAGA 2003 Ergebnisse bezüglich der Spektren des eingeschwungenen Pfeifenklanges vortrug, wird nun über die Analyse der Einschwingvorgänge berichtet. Aufnahmen von Einschwingvorgängen, die sich bei gleichen Druckverläufen in den Pfeifenfüßen ergaben, wurden analysiert und verglichen. Dabei erwies sich die Wavelet-Transformation als praktisches Werkzeug für die Zeit-Frequenz-Analyse nichtstationärer Schwingungen.

Do. 14:35 HS 1601

Musikalische Akustik

Akustische Untersuchungen an Blasinstrumenten aus der Begräbniskapelle des Freiburger DomsGunter Ziegenhals*Institut für Musikinstrumentenbau*

In den Jahren zwischen 1585 und 1594 erfolgte die Umgestaltung des Chorraumes im Freiburger Dom zur Begräbnisstätte der wettinischen Fürsten. Im Rahmen dieser Arbeiten gab man den Putten (Engelsfiguren) auf einem Sims unter dem Gewölbe 30 Musikinstrumente in die Hände. 2002 begann eine umfassende Rekonstruktion der Kapelle. Dabei wurden die Instrumente abgenommen und konnten erstmals von einem interdisziplinären Team einer umfassenden Untersuchung unterzogen werden. Die visuelle Begutachtung der Instrumente ließ vermuten, dass es sich bei einem Teil der Instrumente offensichtlich um spielfähige Musikinstrumente der damaligen Zeit handelt. Während die Zupf- und Streichinstrumente einen Zustand aufweisen, der keine sinnvollen Messungen zulässt, waren diese an den Blasinstrumenten durchaus möglich. Im IfM wurden zwei Zinken und drei Schalmeien aus dem Freiburger Dom akustisch untersucht. Die Ergebnisse führen zu dem Ergebnis, das es sich tatsächlich um spielfähige, ausgestimmte Instrumente handelt. Der Vortrag berichtet über die vorgenommenen akustischen Messungen.

Do. 10:35 N 1070

Raumakustik 2

Der Kuppelsaal - eine Aufgabe für die raumakustische Modellmesstechnik, Teil 1: EntwurfskonzeptHans-Peter Tennhardt, Thomas Behr, Helgo Winkler*IEMB e. V. an der TU Berlin*

Der Kuppelsaal des 1965 in Berlin fertiggestellten Kongress- und Konzertsaaes im "Haus des Lehrers" am Alexanderplatz mit einem Raumvolumen von 8000 m³ war nach ca. 3-jähriger raumakustischer Planungszeit an der TU Dresden (verantw. Dr. H. Winkler) für spezielle Nutzungsaufgaben mittels der Simulationsmesstechnik am physikalischen Modell ausgelegt worden. Nach Aufnahme des Ensembles in die Bestenliste des Berliner Bauens

1999 wurde dieses Architekturdenkmal vom Eigentümer und Betreiber (Wohnungsbaugesellschaft Berlin Mitte mbH und bcc Berliner Congress Center GmbH) einer breiten Nutzung als Veranstaltungszentrum überführt (Architekt K.-O. Dahm). Über den gesamten kreisförmigen Raumgrundriss verteilt (also auch im Mittelpunkt), sollen Sprach- und Musikdarbietungen erfolgen, eine Aufgabe, die zur Zeit nur mit Hilfe der Modellmesstechnik lösbar ist. Es werden die raumakustischen Schallfeldstrukturen des Entwurfskonzeptes erläutert.

Do. 11:00 N 1070

Raumakustik 2

Ein Kuppelsaal - eine Aufgabe für die raumakustische Modellmesstechnik (Teil 2: Messergebnisse)

Thomas Behr, Hans-Peter Tennhardt, Helgo Winkler
IEMB e. V. an der TU Berlin

Aus den Simulationsuntersuchungen am physikalischen Modell wurden technische Vorschläge abgeleitet und vom Architekten in konstruktiv-gestalterische Lösungen umgesetzt. Seit Eröffnung des Raumes im Herbst 2003 wurden bei den unterschiedlichsten Nutzungsvarianten raumakustische Erfahrungen gesammelt, deren Ergebnissen erläutert werden. Die Raumform einer Halbkugel kann bei zielgerichteter Auslegung der raumakustischen Maßnahmen und guter Zusammenarbeit mit dem Architekten durchaus geeignet sein, eine der Hörerwartung entsprechende Hörsamkeit zu erzielen. Erst wenn dieser Kuppelraum raumakustisch aktiviert und nicht als "schalltoter" Raum ausgelegt wird, stimmt das optische Raumerlebnis mit dem akustischen überein.

Do. 11:25 N 1070

Raumakustik 2

Teatro 'La Fenice', Venezia: Akustische Planung beim Wiederaufbau

Jürgen Reinhold
Müller - BBM GmbH

Neubau oder historisch exakte Rekonstruktion? Eine Frage, welche nach der verheerenden Brandkatastrophe im Januar 1996 von den Venezianern sehr einhellig mit Rekonstruktion beantwortet wurde. So wurde im Rahmen eines Wettbewerbs von den Planern eine detailgetreue Wiederherstellung des Theaters in seinen wichtigsten Bereichen dem Sala Teatrale und den Sale Apollinee - den repräsentativen Foyerzonen - gefordert. Dabei sollte die weltweit gerühmte Akustik des Theaters wiederhergestellt

und - wenn möglich - sogar verbessert werden. Darüber hinaus wurde ein deutlich erweitertes Raumprogramm, ohne Veränderung der äußeren Gebäudehülle, für neue Probenräume sowie einer Vielzahl von Technikzonen aufgestellt.

Selbstverständlich muss das Theater nach der Wiedererstellung modernsten brandschutz-, klima- und medientechnischen Ansprüchen genügen. Ein Widerspruch zum Gedanken der detailgetreuen Rekonstruktion? Es wird der Verlauf einer außergewöhnlichen akustischen Planungsaufgabe und deren baulichen Umsetzung geschildert. Die Ergebnisse raumakustischer Messungen wie auch die subjektiven Urteile der Dirigenten, Musiker wie auch Besucher werden vorgestellt.

Do. 11:50 N 1070

Raumakustik 2

Objektive Erforschung der Podiumsakustik Europäischer Konzertsäle

Klaus-Hendrik Lorenz, Rob Metkemeijer, Stephane Mercier
Peutz GmbH

In diesem Vortrag werden objektive Messungen in diversen Europäischen Konzertsälen zur Erforschung ihrer Podiumsakustik behandelt. Im Rahmen einer laufenden Dissertation zum Thema 'Sprachverständlichkeit und Hörsamkeit in europäischen Konzertsälen' konnten akustische Messungen auf den Podien zahlreicher europäischer Konzertsäle vorgenommen werden.

Darunter befinden sich u.a. Wiener Musikvereinssaal, Gewandhaus Leipzig, Stadtcasino Basel, Tonhalle Zürich, Concertgebouw Amsterdam, Royal Albert und Royal Festival Hall London. In den Sälen wurden Impulsantworten mittels eines Maximalfolgenmesssystems an äquivalenten Quell- und Mikrofonorten auf den Podien gemessen. Mit einem Auswertungsprogramm wurden die akustischen Parameter EDT, T30, TCenter, C180, D50, ST1, ST2, EEB sowie ALcons dieser Podiumsantworten berechnet und sollen hier präsentiert und verglichen werden. Es soll versucht werden, zu klären, warum z.B. das Concertgebouw Amsterdam in dem Ruf steht, eine für die Musiker schwierige Podiumsakustik zu besitzen, wohingegen die Royal Festival Hall für den guten Kontakt der Ausführenden zueinander bekannt ist.

Do. 12:15 N 1070

Raumakustik 2

Der auditive Raumeindruck in zwei Konzertsälen stark unterschiedlicher Größe

Jens Blauert, W. Heß, J. Merimaa

Ruhr-Universität Bochum

Der auditive Raumeindruck in Aufführungsstätten für Musik wird u.a. durch die psychoakustischen Deskriptoren "Hörereignisausdehnung" (auditory source width, ASW) und "Umhüllung" (listener envelopment, LEV) gekennzeichnet. Es wird über eine Untersuchung berichtet, in der sowohl ASW als auch LEV in zwei Konzertsälen stark unterschiedlicher Größe beurteilt wurden. Die Versuchspersonen bewerteten dabei drei Hörproben mit "trocken" aufgenommenen, natürlichen Geräuschen (Cello, Snare und rosa Rauschen), die jeweils mit den binauralen Impulsantworten der Säle gefaltet worden waren. Es zeigte sich, dass im Mittel in dem kleineren Saal eine größere Hörereignisausdehnung und Umhüllung wahrgenommen wird als in dem großen, wobei allerdings die Anregungssignale die Ergebnisse beeinflussen. Für die raumakustische Praxis wird hierdurch betätigt, dass auch kleinere Säle so gestaltet werden können, dass sich ein befriedigender auditiver Raumeindruck einstellt. Dies ist wichtig, da der Raumeindruck als wichtiges Qualitätskriterium gilt.

Do. 13:45 N 1070

Raumakustik 2

Der Einfluss der Quellenrichtcharakteristik auf raumakustische Parameter

Ingo Witew, Ricardo San Martin Murugarren, Gottfried Behler, Michael Vörländer

RWTH Aachen, Institut für Technische Akustik

Für die Bestimmung raumakustischer Kenngrößen in Konzertsälen werden spezielle Lautsprecher benutzt, die eine möglichst gleichmäßige Schallabstrahlung in alle Raumrichtungen aufweisen sollen. In der ISO-3382 Norm werden neben der Messvorschrift für die Parameterbestimmung auch Qualitätsanforderungen an die Dodekaeder-Messlautsprecher festgelegt.

Dieser Beitrag befasst sich mit dem Einfluss der Quellenrichtcharakteristik auf das Ergebnis des raumakustischen Parameters. In akustischen Messungen wurden verschiedene Dodekaeder-Lautsprecher auf einem Drehteller positioniert und raumakustische Kenngrößen in Abhängigkeit des Drehwinkels bestimmt. Neben dem Vergleich der verschiedenen Lautsprecher ergibt

sich so eine Aussage über den Einfluss der Richtcharakteristik auf die raumakustische Messgröße. Trotz der in der Norm verankerten Qualitätsanforderungen ist das Messergebnis mit nennenswerten Unsicherheiten behaftet, die sich auf die Richtcharakteristik des Lautsprechers zurückführen lassen.

Do. 14:10 N 1070

Raumakustik 2

Einige Ergebnisse von raumakustischen Vergleichsmessungen in der Schweiz

Kurt Eggenschwiler, Rainer Machner

Empa Materials Science and Technology, Abt. Akustik

In einem Raum von 1500 m² mit einer Beschallungsanlage wurden Vergleichsmessungen raumakustischer Parameter und Masse für die Sprachverständlichkeit durchgeführt. Die zu messenden Parameter waren die Nachhallzeit T_{20} und T_{30} im Mittelwert über den ganzen Raum, die Sprachverständlichkeitsindizes STI, STI(mod), STI(male), STI(female), RASTI und Alcons, der Frequenzgang in Terzbändern und raumakustische Parameter nach ISO 3382 an verschiedenen Positionen. Die Streuung der Messergebnisse erwies sich zum Teil als recht gross. Soweit Ursachen erkannt werden konnten, sind es zwei Faktoren, die zur Streuung beitrugen. Einerseits machte offenbar den Teilnehmern die Situation mit den manchmal starken Störgeräuschen zu schaffen. Es wurde oft zu wenig auf einen genügenden Abstand von Nutzsignal zu Störgeräusch geachtet. Weiter fielen einzelne Teilnehmer auf, bei welchen die Ergebnisse bei gewissen Messungen sehr stark von denjenigen der anderen Teilnehmer abweichen, zum Teil verursacht durch falsche Einstellung der Messgeräte. Bei der Analyse der Messungen wurden die Standardabweichungen verglichen mit der Wahrnehmbarkeitsschwelle. Wenn die Daten der wenigen, aber stark auffälligen Teilnehmer eliminiert wurden, ergaben sich zum Teil deutlich kleinere Streuungen, mit Standardabweichungen die öfter im Bereich der Wahrnehmbarkeitsschwelle liegen.

Do. 14:35 N 1070

Raumakustik 2

Raumakustische Simulation mit BEM am Beispiel des Studios der PTB

Andreas Franck, Ingo Witew, Michael Vorländer, Stefan Schneider, Steffen Marburg

RWTH Aachen, Institut für Technische Akustik

Das Musikaufnahmestudio der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig wurde vor einigen Jahren für raumakustische Simulationen als Benchmark-Problem genutzt. Für diesen Beitrag wurde eben dieser Raum mit einem wellenbasierten numerischen Verfahren, der BEM, und hier speziell dem schnellen Multipolverfahren (MLFMA=Multilevel Fast Multipole Analysis) mit den im Benchmark-Test vorliegenden Lastfällen berechnet. Für den großen Frequenzbereich von 80 bis 1450 Hz, der etwa vier Oktaven umfaßt, wurden drei Randelementemodelle entworfen, eines mit ca. 10000, eines mit ca. 35000 und eines mit ca. 100000 konstanten Elementen. Die Ergebnisse von sechs Übertragungsfunktionen (zwei Anregungen, drei Empfänger) wurden in den Zeitbereich und somit in oktavenbezogene raumakustische Kenngrößen (Nachhallzeit, Deutlichkeit usw.) transformiert. Im Vergleich der Ergebnisse mit Messungen ergab sich eine gute Übereinstimmung in den unteren Oktaven, wobei insbesondere im tieffrequenten Bereich Modellverbesserungen, z.B. durch komplexe Wandadmittanzen, sinnvoll erscheinen. Weiterhin werden die Ergebnisse der BEM denen, die mit Hilfe von strahlenbasierten Verfahren (Raytracing) erzielt wurden, gegenübergestellt.

Do. 15:00 N 1070

Raumakustik 2

Modalanalyse stehender Wellen

Ingolf Bork

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Die Schalldruckverteilung in kleinen Räumen bestimmt besonders bei tiefen Frequenzen die Messergebnisse bauakustischer Kenngrößen. Der Frequenzgang akustischer Übertragungsfunktionen zwischen Lautsprecher und Mikrofon wird ganz wesentlich durch die Raumgeometrie und die damit verbundenen Raumresonanzen (Moden) geprägt. Abgesehen vom idealen Quaderraum ist eine Berechnung des Schallfeldes nur mit hohem mathematischen Aufwand (FEM/BEM) möglich. Daher wurde anhand modalanalytischer Auswertungen von gemessenen Übertragungsfunktionen versucht, von exemplarischen Punktmessungen auf das Gesamtschallfeld zu schließen. Die räumliche Darstellung nach Betrag und Phase für einen leeren Quaderraum zeigt eine sehr gute Übereinstimmung von Theorie und Praxis,

während im möblierten Raum der Einfluss von Störkörpern deutlich wird. Genauere Analysen der gemessenen Übertragungsfunktionen erlauben darüberhinaus auch Aussagen über Absorberwirkungen von schwingungsfähigen Raumbegrenzungen.

Do. 15:25 N 1070

Raumakustik 2

Erhöhung der Diffusität von Hallräumen durch Optimierung der Raumform

Elmar Schröder

Müller-BBM GmbH

Hallräume werden u. a. zur Messung der Schalleistung von Quellen und der Schallabsorption sowie der Streukoeffizienten von Materialien genutzt. Darüber hinaus müssen auch die Sende- und Empfangsräume bei Schalldämmungsmessungen als Hallräume ausgebildet werden. Voraussetzung für eine normgerechte Messung ist dabei ein diffuses Schallfeld. Es wurde ein Verfahren zur Erhöhung der Diffusität von Hallräumen durch eine geeignete Wahl der Raumform entwickelt.

Die stationäre Helmholtz-Gleichung der Akustik ist mathematisch identisch mit der stationären Schrödinger-Gleichung der Quantenmechanik. Die im Rahmen der Quantenmechanik entwickelten statistischen Methoden unter Zuhilfenahme der semiklassischen Näherung zur Beschreibung von Eigenwertverteilungen in Nukleonen können daher für die Akustik von Räumen übernommen werden. Für die Optimierung der Raumform von Hallräumen wurde die spektrale Steife nach Dyson und Metha, die aus dem Modenspektrum ermittelt wird, als statistischer Parameter verwendet. Es wurden unterschiedliche Raumformen untersucht, deren Modenspektren mit Hilfe der FEM berechnet wurden. Erwartungsgemäß zeigten reguläre Raumformen wie Quader und Parallelepipede die ungünstigsten spektralen Steifen. Mit zunehmender Deformation der Raumsymmetrien wurden die spektralen Steifen günstiger. Insbesondere wurde auch gezeigt, dass allein das geringfügige Neigen der Wände eines Quaderraumes für eine optimale Diffusität nicht ausreichend ist. Die aus den Simulationen ermittelte optimale Raumform wurde als kleine Hallkabine mit einem Volumen von $6,35 \text{ m}^3$ realisiert. Grundsätzlich kann die optimierte Geometrie jedoch mit beliebigen Raumgrößen verwendet werden. Anhand von experimentellen Untersuchungen in der Hallkabine wurden die theoretischen Berechnungen bestätigt. Das entwickelte Verfahren kann daher bereits in der Planungsphase für die Festlegung der Geometrie von Hallräumen verwendet werden.

Do. 15:50 N 1070

Raumakustik 2

Untersuchungen zur Messung der Schallabsorption in einer HallkabineEckard Mommertz, Christoph Fichtel, Elmar Schröder
Müller-BBM GmbH

Die Messung der Schallabsorption im Hallraum nach ISO 354 erfordert i.d.R. Materialmuster mit einer Fläche von $10\text{-}12\text{ m}^2$. Für Untersuchungen im Rahmen von Produktentwicklungen von schallabsorbierenden Materialien oder auch für ingenieurmäßige Abschätzungen im Zuge von raumakustischen Planungen kann es wünschenswert sein, den Aufwand für die Musterherstellung zu reduzieren. Aus diesem Grund wurde von Müller-BBM eine Hallkabine (Volumen $6,35\text{ m}^3$) entwickelt, die Messungen an ca. 1 m^2 großen Proben ermöglicht. In diesem Beitrag wird anhand theoretischer Überlegungen und praktischer Untersuchungen gezeigt, welche Unterschiede im Vergleich zu Messungen an großen Materialmustern auftreten. Es wird diskutiert, für welche Aufbauten und Anwendungen die Messung an kleinen Proben sinnvoll eingesetzt werden kann.

Do. 10:35 N 1080

Lärmschutz

Strategie zur Umsetzung der EU-Richtlinie 2002/49/EC in einem neuen MitgliedsstaatWolfgang Probst
ACCON GmbH

Im Rahmen eines Phare-Projekts und damit mit Förderung der EU wurde die Slowakei bei der Implementierung der EU-Richtlinie 2002/49/EC zum Umgebungslärm beraten. Zur Anpassung der Berechnungsansätze wurden Messungen auf Straßen und Schienenwegen durchgeführt. Sie führten zur Auswahl der geeigneten Verfahren und zur landesspezifischen Modifizierung der Emissionsansätze. Das Projekt beinhaltete auch die Beratung bei der Ausarbeitung der gesetzlichen Regelungen und bei der Festlegung von Verantwortlichkeiten, um das Lärm-Informationssystem in Verwaltung und Politik zu etablieren. Die Schwierigkeiten und Lösungsansätze, die mit Sicherheit in vielen anderen Ländern ähnlich sein dürften, werden erläutert.

Do. 11:00 N 1080

Lärmschutz

Lärmminderungsplanung in der Landeshauptstadt München - Strategien zur Information und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger

Rudolf Liegl, Ulrich Möhler, Dieter Kemmather, R. Wieringer
Möhler + Partner

In der Landeshauptstadt München stehen eine umfassende Information der Bürgerinnen und Bürger und ihre Beteiligung bei der konkreten Maßnahmenplanung im Mittelpunkt. Hierzu wurden Werkzeuge erarbeitet, die verschiedene Medien nutzen, um die Betroffenen erreichen zu können und ihnen Foren für die Beteiligung zur Verfügung zu stellen. Zum Einsatz kommen repräsentative Interviews, Informationen und Fragebogenaktionen auf dem Postweg, über das Internet sowie die Durchführung von Anhörungsterminen für die Öffentlichkeit. Über diese Informations- und Beteiligungsmöglichkeiten liegen zwischenzeitlich praktische Erfahrungen vor, die seitens der Betroffenen teilweise eine andere Gewichtung von Lärmkonflikten zeigen, als zunächst aufgrund der schalltechnischen Berechnungen zu erwarten war. Weitere Ergebnisse bestätigen in der Tendenz die Ergebnisse aus anderweitig vorliegenden Untersuchungen. Im Hinblick auf die anstehende Änderung des § 47 BImSchG könnten öffentliche Anhörungstermine ein fester Bestandteil der Lärmminderungsplanung werden; die Zweckmäßigkeit solcher Anhörungstermine wird hinterfragt und ein Ausblick auf das weitere Vorgehen bei der Information und Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger gegeben.

Do. 11:25 N 1080

Lärmschutz

AzB und Maximalpegel - Oder es waren zwei Königskinder
Berthold Vogelsang*NLÖ*

Das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm aus dem Jahre 1971, das ausdrücklich auf den Schutz der Allgemeinheit vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Fluglärm in der Umgebung von Flugplätzen abzielt, konnte sich ohne gravierende Änderung in das neue Jahrtausend retten. Aufgrund der weitreichenden Folgen des Gesetzes zum Schutz

gegen Flug-lärm wurden Regelungen geschaffen, die eine ermessensfreie Berechnung und Festsetzung von Lärmschutzbereichen (Zonen gleichen äquivalenten Dauerschallpegels) gewährleisten. Hierbei handelt es sich um das Datenerfassungssystem für die Ermittlung von Lärmschutzbereichen an zivilen bzw. militärischen Flugplätzen (DES bzw. DES-MIL) und dem eigentlichen 'Rechenkern', und zwar der Anleitung zur Berechnung (AzB). Das eigentliche Berechnungsverfahren wurde in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Flugsicherheit von der Gruppe Koppe/Matschat/Müller vom Max-Planck Institut für Strömungsforschung in Göttingen konzipiert und entwickelt. In erster Näherung geht dieses Verfahren davon aus, dass der Maximalpegel vom kürzesten Vorbeiflugabstand (Distance of Closest Approach, DCA) abhängt. Unter Berücksichtigung der Geräuschkdauer als Funktion sowohl der Fluggeschwindigkeit als auch des DCA wird der Schallexpositionspiegel berechnet und anschließend zum äquivalenten Dauerschallpegel aufsummiert. Im Entwurf von 2004 zur Novellierung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm wurde erstmalig auch die Berechnung eines NAT-Kriteriums (Number Above Threshold) zwingend vorgeschrieben ohne vorher aber die "Eignung und Befähigung" der AzB geprüft zu haben. Dies soll daher im Rahmen des Vortrages nachgeholt werden und gleichzeitig die DIN 45 684 als Alternative zur Lösung der Schwachpunkte der AzB zur Berechnung eines NAT-Kriteriums vorgestellt werden.

Do. 11:50 N 1080

Lärmschutz

Der Perzentilpegel L_{pAF1} als Äquivalent zu $L_{pAF_{Teq}}$ für die Bestimmung des Impulszuschlages im Beurteilungspegel - ein empirischer Vergleich

Alois Heiß

Zur Beurteilung impulshaltiger Geräusche wird nach TA Lärm der Taktmaximal-Mittelungspegel $L_{pAF_{Teq}}$ verwendet. Dieser gibt definitionsgemäß unmittelbar die Pegelsumme aus dem energie-äquivalenten Mittelungspegel $L_{pAF_{eq}}$ und dem Impulszuschlag an. Diese Verfahrensweise ist jedoch nicht die einzige Möglichkeit, die erhöhte Lästigkeit durch eine Pegelkenngröße zu beschreiben. So kann hierzu im Sinne einer methodenkonformen Anwendung von VDI 3723 auch die Messgröße L_{pAF1} 8.693742e-311rangezogen werden. Das geschieht in ausreichend guter Näherung, da beide Messgrößenarten wegen ihrer

Lokalisierung im unmittelbaren Bereich der regelmäßig wiederkehrenden höchsten Pegel-Einzelmaximalwerte in engem, statistisch korreliertem Zusammenhang stehen. Zudem ist zwangsläufig auch LpAF_{Teq} mit einer arteigenen Unsicherheit behaftet, sodass punktscharfe Vergleiche im Einzelfall ohnehin nicht möglich sind. Um den für die Angleichung der beiden Pegelarten repräsentativen Korrekturwert und seine Streuung zu ermitteln wurde eine Serie von Messungen an ortsfesten Anlagen mit und ohne impulshaltigen bzw. impulsartigen Geräuschen statistisch ausgewertet. Dabei wurden auch die Vertrauensbereiche der dabei erhaltenen Ergebnisse ermittelt. Diese Resultate werden berichtet und diskutiert.

Do. 12:15 N 1080

Lärmschutz

Statistische Maximalpegelbetrachtung für Schienenlärm in Anlehnung an das Griefahn-Kriterium

Peter Krämer

Akustikbüro Krämer & Stegmaier GmbH

Zur Bewertung des Maximalpegels von Zugvorbeifahrten (S-Bahn, Personen-Nah- und Fernverkehr, Güterzüge) wurden im Rahmen der Bebauungsplanung für ein geplantes allgemeines Wohngebiet Untersuchungen über die statische Verteilung der gemessenen mittleren Maximalpegel (1%-Perzentilpegel) durchgeführt.

Die Untersuchung erfolgte in Anlehnung an frühere und aktuelle Studien über die Wirkung von Fluglärm (Griefahn, Maschke) als intermittierende Lärmquelle. Unter Annahme einer Normalverteilung wurde aus dem Mittelwert der L_1 -Perzentilpegel und der zugehörigen Standardabweichung aus Messungen derjenige Pegel ermittelt, der nicht häufiger als 6 mal in der Nacht überschritten wird.

Hieraus konnten zusätzliche Schlussfolgerungen für das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß der Außenbauteile abgeleitet werden.

Messung und Prognose tieffrequenter Geräusche von Windenergieanlagen

Bernd Dörries

Ingenieurbüro für Akustik Busch GmbH

Die TA Lärm fordert unter Punkt 7.3 die Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche. Im Anhang 1.5 der TA Lärm werden beispielhaft Schallquellen angegeben, die tieffrequente Geräusche abstrahlen können. Windenergieanlagen werden hier nicht genannt. Dennoch wurde bedingt durch die Entwicklung immer leistungsfähigerer Windenergieanlagen das Auftreten von Infraschall sowie tieffrequenten Geräuschen in der Nähe von Windenergieanlagen in den letzten Jahren vermehrt diskutiert.

Bei der Genehmigung von Windenergieanlagen wird daher oft in Auflagen der Nachweis gefordert, dass keine wahrnehmbaren tieffrequenten Geräusche in den Innenräumen der nächstgelegenen Wohnhäuser auftreten.

Aufgrund der schalltechnischen Komplexität von Innenräumen (Größe, Ausstattung, Außenbauteile) sind allgemeingültige Regeln, die von Außenschallpegeln eindeutig auf das Vorliegen von tieffrequenten Geräuschen in Innenräumen schließen lassen, bisher nicht vorhanden. Für die Untersuchung tieffrequenter Geräusche in Innenräumen wurde daher eine Kombination von Messung und Berechnung gewählt.

Zum Einen wurden in durch Geräusche von Windenergieanlagen stark belasteten Wohngebäuden Messungen durchgeführt. Die Messungen fanden bei Mitwindwetterlage und Betrieb der Windenergieanlagen im Bereich der Nennleistung statt. Die Auswertung erfolgte gemäß der DIN 45680 - Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft.

Zum Anderen wurden die durch WEA verursachten Schallpegel in den Terzen von 8 bis 100 Hz für die Immissionsorte (Außenbereich) berechnet. Dabei wurde auf im Nahbereich der WEA gemessenen Terzspektren zurückgegriffen.

In diesem Beitrag werden die Erfahrungen unseres Büros bei der Prognose und Messung tieffrequenter Geräusche an WEA vorgestellt.

Do. 14:10 N 1080

Lärmschutz

Lärminderung an Sauerstoffflanzen zur SchrottschmelzeUlrich Ackermann*Fachhochschule Südwestfalen*

Sauerstoffflanzen werden beim schrottschmelzen zur Stahlherstellung eingesetzt, um den Zyklus zu verkürzen. Am Ohr der Bedienungsperson werden dabei Schallpegel von über 120dB(A) gemessen. Durch Modifizierung der Düsenform und durch Anpassung der Überdruckverhältnisse ist es möglich, den Schallpegel erheblich zu reduzieren. Dazu wurden Ergebnisse eingesetzt, die an lärmarmen Schneidbrennerdüsen erzielt wurden.

Do. 14:35 N 1080

Lärmschutz

Voith Silent Technologies - Lärmarmes Design von PapiermaschinenHarald Graf-Müller*Voith Paper GmbH & Co KG*

Im Zuge der rasanten Industrialisierung wird Lärm zunehmend zu einem Schlüsselthema. Dies gilt insbesondere für die Papierindustrie. Die Planer und Hersteller großtechnischer Anlagen im Papierbereich stehen also stets vor der Aufgabe, lärmarme Konstruktionen entwerfen und bauen zu müssen. Da der Saugwalzenlärm die Schallemissionen der anderen Lärmversucher meist deutlich überschreitet, spielt die Reduktion des Saugwalzenpfeifens gegenwärtig eine zentrale Rolle bei der effizienten Lärmreduktion von Papiermaschinen. Die Entwicklung von lärmarmen Walzenkonstruktionen basiert im ersten Schritt auf der mathematischen Modellierung der physikalischen Vorgänge in Saugwalzen und im zweiten Schritt auf systematischen Untersuchungsreihen am Saugwalzenversuchsstand sowie an Versuchspapiermaschinen. Im dritten Schritt wird das Verhalten der neuen Technologie an laufenden Papiermaschinen unter normalen Produktionsbedingungen untersucht. Ein Beispiel für ein "intelligentes" Produkt zur Reduktion des Saugwalzenlärms ist der SeaLencerTM ("Seal of Silence"), die lärmreduzierende Dichtleiste. Der Fokus in der Entwicklung der SeaLencerTM-Dichtleiste richtete sich auf die Verminderung des abrupten Zusammenbrechens des Vakuums in der Mantelperforation im Bereich nach der Vakuumzone. Die strömungsdynamisch optimierte Form des SeaLencerTM erlaubt eine sanfte "Wiederbefüllung"

der Mantelperforation mit Luft. Dieser Effekt ist deutlich hörbar. Auch bei Maschinengeschwindigkeiten über 1500 m/min gehen die unangenehmen "Kreischöne" nach einem Umbau auf die SeaLencerTM-Dichtleiste meist um mehr als 3 dB zurück, in einzelnen Frequenzbändern werden Reduktionen bis 12 dB registriert. Gegenwärtig werden die an vielen Papiermaschinen beobachteten höheren Standzeiten und der geringere Energiebedarf bei Einsatz der SeaLencerTM-Dichtleiste systematisch untersucht. Die zukünftige Entwicklung bei Voith weist jedenfalls in Richtung einer "lärmmarmen" Papiermaschine - zur deutlich spürbaren Verbesserung der Arbeitsplatzqualität.

Do. 15:00 N 1080

Lärmschutz

Untersuchung der Dämmwirkung von Gehörschutzkombinationen

Heinz Brinkmann, Silvester Siegmann, Elisabeth Borsch-Galetke
Inst. f. Arbeits- und Sozialmedizin

Die Bewertung zulässiger Knallereignisse erfolgt im Bereich der Bundeswehr nach dem "Grenzpegeldiagramm zur Hörschädenvermeidung". Bei Verwendung eines einzelnen Gehörschutzes oder auch einer Kombination aus unterschiedlichen Gehörschutzgeräten darf die zulässige Belastung dann bis an die um die Dämmwirkung des Gehörschutzes (-kombination) angehobene Grenzlinie heranreichen. Während für die Beurteilung bislang die mit Versuchspersonen an der Hörschwelle ermittelten Dämmwerte zugrunde gelegt wurden, ist im Rahmen einer Studie der Universität Düsseldorf über "Extraaurale Wirkung von tiefrequentem Schall" auch die Dämmwirkung von Gehörschutzkombinationen untersucht worden. Die Untersuchung erfolgte mit Knallen einer Panzerhaubitze (Spitzendruckpegel zwischen 150 dB und 172 dB) mit einem Kunstkopf, der mit verschiedenen Gehörschutzkombinationen ausgestattet war. Über die dabei gewonnenen Erkenntnisse soll hier berichtet werden.

Do. 15:25 N 1080

Lärmschutz

Möglichkeiten und Grenzen des baulichen Schallschutzes

Lothar Förster, Rainer Kubicek, Reinhard Müller
Ingenieurbüro für Lärmschutz Förster & Wolgast GbR

Möglichkeiten und Wirksamkeitsgrenzen des baulichen Schallschutzes an offenen Bahnenschießanlagen

Bei schalltechnischen Untersuchungen an offenen Bahnschießanlagen zur Nachweisführung der Wirksamkeit nachträglich durchgeführter baulicher Schallschutzmaßnahmen in Form von Teilumhausungen der Schießbahnen wurde festgestellt, dass die erzielte Dämpfungswirkung des sich in der Wohnnachbarschaft einstellenden Einzelschusspegels stark vom abgefeuerten Waffen- und Munitionstyp abhängt. Für 'Unterschall'-Waffen wurden wesentlich höhere Dämpfungswirkungen erzielt als für 'Überschall'-Waffen. In einer Feldstudie an typischen Schießanlagen des Landes Thüringen wurde das Emissionsverhalten von Handfeuerwaffen für die als Ursache in Frage kommenden Schießgeräuscharten Mündungsknall und Geschossknall und deren Ausbreitungsdämpfung über die Schießstands- und Sicherheitsbauten untersucht. Hierzu wurde eigens ein praktisches - sowohl im Freifeld als auch innerhalb der Schießstände anwendbares Separierungsverfahren zur messtechnischen Trennung von Mündungs- und Geschossknall entwickelt und erfolgreich angewendet. Die Messergebnisse für den separierten Mündungs- bzw. Geschossknall sowie deren Überlagerung zum mittleren Einzelschusspegel nach VDI 3745, Bl.1 zeigen, dass die Dämpfungswirkung der Teilumhausungen für Mündungsknall je nach Aufwand der Baumaßnahme bis 40 dB erreichen kann, für den separierten Geschossknall jedoch unwirksam ist. Deshalb kann beim Abfeuern von Überschallwaffen (deren Geschosse mit Überschallgeschwindigkeit fliegen) die insgesamt erzielbare Dämpfungswirkung der baulichen Schallschutzmaßnahmen in Form von Teilumhausungen der Schießbahnen nur so hoch sein wie der separierte Mündungsknall der 'Überschall'-Waffe deren separierten Geschossknall überragt. Die Gesamtdämpfungswirkung der oftmals mit hohen Kosten verbundenen baulichen Schallschutzmaßnahmen fällt damit für Überschallwaffen mit 8 bis 10 dB wesentlich geringer aus als für Unterschallwaffen, die lediglich Mündungsknall abstrahlen.

Do. 10:35 N 1090

Technische Akustik

Einsatz eines Mikrofonarrays zur Trennung von Quellmechanismen

Ennes Sarradj, Christian Schulze, Andreas Zeibig
Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH

Mikrofonarrays sind mit Hilfe der bekannten 'beamforming'-Algorithmen als elektronische Richtempfänger für eine Lokalisierung von Schallquellen mit guter örtlicher Auflösung geeignet. Das Ergebnis ist üblicherweise eine Abbildung der relativen Schalldruckbeiträge (akustische Fotografie). Aus der Abbildung kann jedoch keine Information entnommen werden, wie diese Schalldruckbeiträge einzelnen Quellmechanismen zuzuordnen sind. Darüber hinaus wird durch Rauschen und sogenannte 'ghost images' der Dynamikbereich der Abbildung der Schalldruckbeiträge eingeschränkt. Das führt dazu, dass lediglich die dominierenden Schallquellen abgebildet werden, während weniger starke Schallquellen durch das Rauschen der Abbildung überdeckt werden.

Bei einem praktisch interessierenden Untersuchungsobjekt ist das Schallfeld aus den Anteilen verschiedener Quellmechanismen zusammengesetzt. Jeder dieser Mechanismen kann zu mehreren Schallquellen führen. Sind die Mechanismen unkorreliert, so sind die zugehörigen Schalldrucksignale orthogonal. Auf dieser Überlegung aufbauend, kann der Beamforming-Algorithmus so modifiziert werden, dass partielle Abbildungen entstehen, in denen die zu einzelnen Quellmechanismen gehörenden Schallquellen abgebildet werden. Auf diese Art und Weise können auch die nicht dominierenden Schallquellen aufgespürt werden.

Die Vorgehensweise dazu wird erklärt und anhand praktischer Beispiele von Windkanal-Messungen sowie Messungen an einem Staubsauger demonstriert.

Do. 11:00 N 1090

Technische Akustik

Unterschiedliche Mikrofonanordnungen bei praktischen Arraymessungen

Christian Schulze, Ennes Sarradj, Andreas Zeibig

Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH

Der Einsatz eines Mikrofonarrays mit nachgeschalteter Signalverarbeitung ist ein wirksames Werkzeug zur Ortung von Schallquellen an Objekten. Das Lokalisationsergebnis hängt neben der Signalverarbeitung besonders von der Richtwirkungseigenschaft des Mikrofonarrays ab, die durch das Arraypattern beschrieben werden kann. Die das Arraypattern beeinflussenden Parameter werden weitestgehend durch den spezifischen Anwendungsfall

der Schallquellenlokalisation und die verwendete Hardware bestimmt. Die Mikrofonanordnung kann als verbleibende Einflussgröße frei gewählt und optimiert werden. Dabei erlaubt die Bestimmung von Qualitätskriterien die Bewertung der Mikrofonanordnungen. Der Vortrag beinhaltet den Vergleich von drei optimierten Mikrofonanordnungen deren Leistungsfähigkeit anhand einer Vielzahl von Ergebnissen praktischer Messungen demonstriert werden soll. Die untersuchten Quellanordnungen an umströmten Strukturen im Winkanal sowie einem Staubsauger im schalltoten Raum weisen verschiedene spektrale Charakteristiken und Schallentstehungsmechanismen auf. Im Vergleich der Mikrofonanordnungen wird insbesondere auf die Qualitätsparameter der simulierten Arraypattern und der Lokalisationsergebnisse einer einzelnen Schallquelle eingegangen.

Do. 11:25 N 1090

Technische Akustik

Analyse komplex-geformter Schallquellen mit Hilfe der sphärischen Nahfeldholographie

Jens Prager, Uwe Buchholz, Björn Petersson

Inst. f. Technische Akustik, TU Berlin

Für die analytische Beschreibung von komplex geformten und räumlich ausgedehnten Schallquellen werden geeignete Modelle benötigt. Zur Bestimmung der benötigten Modellparameter und zur Modellierung soll die Einsetzbarkeit der akustischen Nahfeldholographie in sphärischen Koordinaten untersucht werden. Eine Messanordnung wurde entwickelt, und ein geeigneter Berechnungsalgorithmus implementiert. Stabilität und Einsetzbarkeit des vorgestellten Algorithmus wurden sowohl rechnerisch als auch experimentell überprüft.

Do. 11:50 N 1090

Technische Akustik

Luftschall- und Wasserschall-Transmission bei Platten und ebenen Schichtstrukturen

Gerhard Wittek

BWSSA

Der Mechanismus der Schalltransmission bei Platten und Schichtungen beruht auf dem Transfer der Verschiebungen und Spannungen von der Schalleinfallseite der Schichtung auf die andere Seite vermöge der elastischen Eigenschaften der Schichtmaterialien. Dieser Transfer läßt sich durch multiplikative

Matrizen beschreiben, welche die einzelnen Schichten repräsentieren. Hiervon ausgehend wird der Schall-Transmissionsgrad für HOOKEsche Schichtmaterialien berechnet. Das Ergebnis ist ein handlicher Formelapparat, der ohne Frequenzbeschränkung für beliebige Schichtdicken sowohl für senkrechten als auch für schrägen Schalleinfall gültig ist. Einzelne Schichten können Fluide sein, und die Festkörperschichten lassen sich wahlweise fest oder gleitend aneinanderfügen. Die angekoppelten Fluide (z.B. Wasser auf der einen und Luft auf der anderen Seite) werden als reibungsfrei vorausgesetzt.

An Hand von Anwendungsbeispielen aus der Raum- und Bauakustik sowie der Schiffsakustik wird die Leistungsfähigkeit des Kalküls demonstriert.

Do. 12:15 N 1090

Technische Akustik

Experimentelle akustische Modalanalyse eines Hydroakustikbeckens

Frank Blum, Lothar Gaul

Institut A für Mechanik

In diesem Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, das eine experimentelle Identifikation von akustischen Eigenschwingungsformen und den zugehörigen Eigenfrequenzen eines Hydroakustik-Versuchsbeckens ermöglicht. Um dies zu erreichen, muss die Frequenzantwort experimentell ermittelt werden, d.h. der gemessene Schalldruck muss mit dem Anregesignal korreliert werden. Eine verlässliche Messung des Anregesignals - im Falle der Hydroakustik ist dies die Volumengeschwindigkeit - gestaltet sich sehr schwierig. Das vorgestellte Verfahren umgeht diese Probleme, indem die Messungen auf das Eingangssignal der Anregung bezogen werden. Dies erlaubt eine Aussage über die Eigenfrequenzen und Eigenmoden des Hydroakustikbeckens. Die Verifikation der Messergebnisse mit einer Finite-Elemente Simulation liefert eine sehr gute Übereinstimmung.

Do. 13:45 N 1090

Technische Akustik

Akustisches Monitoringsystem für Schiffe

Carsten Zerbs, Ingmar Pascher

Müller-BBM GmbH

Neben der Zustandsüberwachung von Maschinen gewinnt bei Schiffen die akustische Überwachung, d. h. die Kontrolle der

Schallabstrahlung ins umgebende Wasser, zunehmend an Bedeutung. Einerseits ist dies eine Frage zunehmend steigenden Umweltbewusstseins, zum anderen sind Forschungsschiffe mit geringer Schallabstrahlung für Fischerei- und Meeresforschung eine notwendige experimentelle Basis.

Im Beitrag wird eine automatisch arbeitende Überwachungsanlage vorgestellt, welche die zusammenhängenden Aufgaben Maschinenüberwachung und akustisches Monitoring zu einer leistungsfähigen Einheit verbindet. Neben relevanten Maschinen werden gleichzeitig die Übertragungswege über die Lagerung überwacht, da auch in diesem Bereich Fehler mit gravierenden akustischen Folgen auftreten können.

Weiterhin wird durch einen signalanalytischen Ansatz (PCA) die Schallabstrahlung ins Wasser abgeschätzt. Dies erfordert massiven numerischen Einsatz, der mit den erforderlichen Echtzeiteigenschaften erst durch die neuesten Rechner- und Messsystemtechnologien möglich wurde.

Do. 14:10 N 1090

Technische Akustik

Erschütterungsprognose für sensible Standorte 160 m neben einem 20 kWs Fallprüfstand

Werner Schirmer, Dieter Heiland

KÖTTER Beratende Ingenieure Dresden

Wegen der sensiblen Umgebung und besonderer Baugrundverhältnisse wurden der Prognose Ausbreitungsmessungen zugrundegelegt. Sie erfolgten mittels Stoßanregung eines Bohrpfahles, der später mit weiteren die Fundamentwanne des Fallprüfstandes tragen wird. Berichtet wird über die Stoßanregung (freier Fall eines 800 kg-Stahlblockes, der mittels improvisierter Hebevorrichtung auf 0,6 m Fallhöhe angehoben wird) und über die Messung und Bewertung sehr kleiner Erschütterungen. Die Prognoserechnung reduziert sich somit auf die Berücksichtigung der unterschiedlichen Energien von Meßanregung und Fallprüfung sowie der Isolierwirkung der Prüfstandslagerung. Aus den Meßwerten für 20 und 200 m Entfernung ergibt sich eine unerwartet hohe dissipative Ausbreitungsdämpfung für das in 10 m Tiefe anstehende Pläner-Gestein, in das sowohl die Fundamente für sensible Apparaturen als auch die Bohrpfähle für den Fallprüfstand gegründet sind.

Finite-Elemente-basierter Entwurf von passiv beschalteten piezoelektrischen Patches zur Dämpfung von Strukturschwingung

Jens Becker, Matthias Maess, Oliver Fein, Lothar Gaul

Institut A für Mechanik

Piezoelektrische Patches, die parallel mit einem passiven elektrischen Netzwerk beschaltet sind, werden oft zur Schwingungsreduktion an flexible Strukturen angebracht. Dieses Konzept, kurz 'shunted piezo'-Konzept genannt, hat gegenüber aktiven Regelungskonzepten den grossen Vorteil der garantierter Stabilität im regelungstechnischen Sinn und der Einfachheit in der Anwendung. Zur effizienten numerischen Behandlung solcher gekoppelter Strukturen auf Basis von Finite-Elemente-Modellen werden reduzierte Strukturmodelle hergeleitet, die sowohl die piezoelektrischen Kopplungseffekte als auch die zusätzliche elektrische Dynamik der angeschlossenen passiven elektrischen Netzwerke berücksichtigen. Die durch die Anbringung passiv beschalteter Patches erhaltene Erhöhung der modalen Dämpfungswerte kann durch Lösen des zugehörigen Eigenwertproblems direkt bestimmt werden. Diese stellen die wichtigen Kriterien im Entwurfsprozess der Schwingungsdämpfung dar. Durch flexible Kopplungsalgorithmen ist es möglich, Ort und Grösse der piezoelektrischen Patches sowie die Bauteilparameter des elektrischen Netzwerkes flexibel zu variieren. Im Gegensatz zu analytischen oder halbanalytischen Ansätzen werden dabei auch lokale Versteifungseffekte der Basisstruktur durch die aufgebrachten Patches berücksichtigt, wodurch eine exakte Vorhersage der Eigenfrequenzen und der zugeordneten modalen Dämpfungen möglich ist. Auch das Dämpfungsverhalten piezoelektrischer Strukturen mit komplexer Geometrie kann durch die Finite-Elemente-basierte Methode leicht modelliert und berechnet werden. Insbesondere sind Modifikationen an der Struktur und systematische Untersuchung von Parameterabhängigkeiten der erreichbaren Dämpfung leicht möglich, wie z.B. die Abhängigkeit bestimmter modalen Dämpfungswerte von der Dicke des angebrachten piezoelektrischen Patches. Zur Validierung wird die vorgestellte Methodik anhand einer Beispielstruktur mit dem bekannten Verzerrungsenergie-Ansatz verglichen. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse wurden experimentell überprüft. Die experimentell bestimmten modalen Dämpfungswerte stimmen gut den

numerisch berechneten Werten überein und demonstrieren den Nutzen der vorgestellten Methode auf.

Do. 15:00 N 1090

Technische Akustik

Schallschutzkapseln mit alternativen Absorberwerkstoffen

Karin Künzel, Detlef Schulz, Andre Siegemund

Hochschule Mittweida (FH)

Gebläse für Kläranlagen werden in der Regel mit Schallschutzkapseln geliefert, um die Geräusche sowohl in den Betriebsgebäuden als auch in der Nachbarschaft auf ein verträgliches Maß zu reduzieren. Im Rahmen eines durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes war zu untersuchen, inwiefern sich ein in jüngster Zeit vom Fraunhofer - Institut für Bauphysik entwickeltes Blähglasgranulat als Absorbermaterial für solche Kapseln eignet. Von zahlreichen unterschiedlich beschaffenen Proben wurde der Absorptionsgrad im Impedanzmessrohr bestimmt und mit dem Absorptionsverhalten üblicherweise verwendeter Absorbermaterialien aus verschiedenen Schäumen verglichen. Desweiteren wurde der längenspezifische Strömungswiderstand als ein maßgeblicher Parameter für die rechnerische Auslegung einer Schallschutzkapsel gemessen. Das poröse Blähglasgranulat hat die Eigenschaft, bereits bei mittleren Frequenzen sehr gut zu absorbieren. Dieser Vorzug tritt vor allem dann hervor, wenn das Emissionsspektrum von Gebläsen gegenübergestellt wird. Abschließend wird die Einfügungsdämmung einer mit Blähglasgranulat ausgekleideten Kapsel vorgestellt.

Do. 15:25 N 1090

Technische Akustik

Mathematische Beschreibung von mikroperforierten Absorbern als poröse Absorber

Christian Thomas

Der sogenannte mikroperforierte Absorber (MPA) wird heutzutage im wesentlichen als Schallabsorber im Gebiet der Raumakustik eingesetzt. Zunehmend werden aber Möglichkeiten untersucht den MPA auch als Element im Bereich der Luftschalldämmung zu verwenden. Dabei besteht die Möglichkeit den MPA direkt als

Trennelement oder in Kombination mit einer Einfach- oder Doppelwand anzuordnen. Während die gute Berechenbarkeit der Absorptionseigenschaften von MPA schon in vielen Veröffentlichungen thematisiert worden ist, so sind zur Schalldurchgangsberechnung von MPA vergleichsweise wenige Literaturquellen bekannt. In diesem Beitrag wird daher ein Verfahren vorgestellt das es ermöglicht mikroperforierte Paneele beliebiger Geometrie mathematisch als porösen Absorber zu beschreiben. Unter Beibehaltung der Schichtdicke des perforierten Paneels werden dazu über eine numerische Parameteroptimierung die Absorberkennwerte Ausbreitungskonstante und Wellenwiderstand einer homogenen porösen Materialschicht an das akustische Verhalten des MPA angepasst. Anschließend ist es mittels existierender Algorithmen zur rechnerischen Untersuchung poröser Absorber möglich, mit diesen Algorithmen den Schalldurchgang durch die MPA rechnerisch zu bestimmen. Am Beispiel eines MPA zur Bedämpfung der Dickenresonanzen einer Doppelwand wird die Anwendbarkeit der vorgeschlagenen Vorgehensweise gezeigt. Der MPA wird dabei parallel zu den beiden Wänden der Doppelwand innerhalb des Hohlraums angeordnet. Die unter Anwendung eines auf modalen Ansätzen basierenden Berechnungsverfahrens vorhergesagten Ergebnisse werden experimentell im Originalmaßstab an einem Doppelwandprüfstand bestätigt.

Do. 15:50 N 1090

Technische Akustik

Mikroperforierte Absorber aus gespannten FolienChristian Nocke, Catja Hilge, Jean-Marc Scherrer*Akustikbüro Oldenburg*

Seit ihrer Einführung im Jahr 2001 erobern mikroperforierte Spannfolien immer neue Anwendungsgebiete. Inzwischen sind verschiedene akustisch wirksame Mikroperforationen in der seit mehr als 30 Jahren gut erprobten Spannfolie erhältlich.

Nach einer kurzen Darstellung der grundlegenden Zusammenhänge der Theorie mikroperforierter Schallabsorber nach D.-Y. Maa werden aktuelle Ergebnisse aus verschiedenen raumakustischen Anwendungen vorgestellt. Weiterhin werden Ergebnisse aus Labormessungen (Kundtsches Rohr und Hallraum) verschiedenster Aufbauten mit unperforierten, perforierten und mikroperforierten Spannfolien gegenüber gestellt. Schließlich werden theoretische Ansätze zur Modellierung von Kombinationen aus porösen und mikroperforierten Materialien mit Messergebnissen verglichen.

Dies Arbeit wurde dankenswerter Weise von \textbf{BARRISOL} - Normalu S.A.S (www.barrisol.com) unterstützt.

Do. 10:35 N 1095

Sprachverarbeitung

Sequentielle Monte-Carlo-Verfahren zur Grundfrequenzschätzung überlagerter realer und synthetischer Vokale

Ronny Meyer, Johannes Nix, Volker Hohmann

Medizinische Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Der Mensch kann Sprache auch in schwierigen akustischen Situationen sehr robust identifizieren und verstehen. Psychoakustische Messungen zeigen, dass Menschen dabei eine Vielzahl unterschiedlicher Signalmerkmale, wie z.B. Grundfrequenz und Schalleinfallrichtung zur akustischen Szenenanalyse (Auditory Scene Analysis, ASA) nutzen. Computermodelle (Computational Auditory Scene Analysis, CASA) zur Nachbildung dieser Fähigkeit existieren bereits, nutzen aber meist nur einzelne Merkmale. Modelle, die verschiedene Merkmale kombinieren, sind bisher nur rudimentär entwickelt. Des Weiteren scheint das Gehör Modelle der Dynamik der Quellen zu nutzen. Verfahren, die dies berücksichtigen, fehlen bisher ebenfalls weitgehend. Eine Möglichkeit, sowohl die Kombination der verschiedenen Signalmerkmale, als auch den Einbezug der Quellendynamik zu realisieren, bieten die Sequentiellen-Monte-Carlo-Filter (SMC-Filter). Die dieser Arbeit zugrunde liegende Hypothese ist, dass das Gehör die Grundfrequenz als primären Parameter zur Verbindung spektraler Anteile nutzt. In diesem Beitrag wird ein Verfahren zur Grundfrequenzbestimmung und -verfolgung von zwei überlagerten Sprechern auf der Grundlage eines SMC-Filters vorgeschlagen. Es wird ein Verfahren zur Messung der zwei wahren Grundperioden beschrieben. Die für den SMC-Filter notwendige, empirisch bestimmte Quellendynamik wird gezeigt. Die Kombination der Messung mit der Quellendynamik übernimmt der SMC-Filter. Es werden Ergebnisse dieses Algorithmus für die Überlagerung realer und synthetischer Vokale gezeigt. Die Kombination weiterer Signalmerkmale in den bestehenden Algorithmus, insbesondere die Integration der Schalleinfallrichtung, wird diskutiert.

Do. 11:00 N 1095

Sprachverarbeitung

Selfconsistent time scale separation of instationary speech signalsFriedhelm Drepper

Voiced speech is characterized by a fundamental excitation or drive process, which synchronizes the acoustic modes of vocal tract excitation on the transmitter side and evokes the loudness and pitch perception on the receiver side. The assumption of stationary vocal tract excitation has so far excluded the precise analysis of the characteristic synchronization phenomena of voiced speech. The new approach describes the synchronization by subband specific coupling functions, which are suited to reconstruct the excitations of the subband resonators and which depend on the active state of the fundamental drive being characterized exclusively by momentary amplitude and phase. The instationary fundamental drive process is extracted selfconsistently from the speech signal, the determination of the phase being limited to voiced speech segments. The consistency includes the mentioned synchronization phenomena and several well known psycho-acoustic properties of loudness and pitch perception. It turns out that the well known classes of voiced phonemes as well as different speakers can be related to qualitatively different features of the reconstructed drive - response dynamics. This opens the possibility to substantially shorten the supervised learning of phonem and speaker recognition.

Do. 11:25 N 1095

Sprachverarbeitung

Modellbasierte Analyse und Verkettung von Diphonen für die SpracherzeugungKarl Schnell, Arild Lacroix*Goethe-Universität Frankfurt am Main*

Für eine parametrische Synthese sind Sprechtraktmodelle und deren Schätzverfahren, welche die Modellparameter aus dem Sprachsignal bestimmen, von Bedeutung. Als Modell wird hier ein verlustbehaftetes Rohrmodell verwendet, welches die inneren verteilten Sprechtraktverluste sowie die Verluste am Lippenabschluß frequenzabhängig modelliert. Die Parameter dieses Sprechtraktmodells werden aus Diphonen geschätzt, welche dann für eine Diphonverkettung verwendet werden. Die dabei auftretenden Unstetigkeiten an den Verkettungsstellen können durch einen Übergang der Modellparameter abgeschwächt

werden. Dies führt allerdings nicht immer zum Erfolg, da bei der Synthese Artefakte auftreten können, die unterschiedlich stark ausprägt sind. Daher ist es vorteilhaft, wenn bei der Verkettung die Modellparameter an den Diphonggrenzen schon eine größere Ähnlichkeit aufweisen. Um die Angleichung der Modellparameter zwischen den Grenzen unterschiedlicher Diphone, die gleiche Laute repräsentieren, zu erreichen, ist es notwendig, daß die Diphone nicht unabhängig voneinander analysiert werden. In diesem Beitrag wird gezeigt, wie dies durch eine spezielle Analyse der Diphone erreicht werden kann.

Do. 11:50 N 1095

Sprachverarbeitung

Sprechen: Ein Hindernis für die moderne Mensch-Maschine-Kommunikation?

Carmen Frank, Elmar Nöth

Universität Erlangen-Nürnberg

Eine ganzheitliche Mensch-Maschine-Kommunikation beinhaltet, neben der mittlerweile in kommerziellen Produkten erfolgreich verwendeten Spracherkennung, auch andere Kommunikationskanäle wie Mimik und Gestik. Diese drei, in der Mensch-Mensch-Kommunikation wichtigen, Kanäle beeinflussen sich allerdings gegenseitig: bei der Durchführung einer Zeigegeste wird oft der Sprechrhythmus der Bewegung des Fingers angepasst; ebenso verändert das Sprechen die Erscheinung der Mundregion und damit den Gesichtsausdruck.

Die Wichtigkeit der Mundregion für die Mimikererkennung wird in dieser Arbeit belegt. An Hand einer von Eigenraumverfahren abgeleiteten Methode bestimmt man automatisch für jeden Pixel im Gesicht seine Bedeutung für die Mimikdarstellung. Es ergibt sich, dass für emotionale Gesichtsausdrücke die Mundregion doppelt so aussagekräftig ist, als beispielsweise der Augenbereich. Das Sprechen, das diese Region ebenfalls verändert, erschwert somit eine Klassifikation des emotionalen Zustands.

In einer multimodalen Mensch-Maschine-Kommunikation ist Sprache allerdings ein wichtiger Bestandteil, auf den trotz des erwiesenen Nachteils nicht verzichtet werden kann. Deshalb wurde ein Verfahren zur Mimikererkennung entwickelt, das speziell auf den Einsatz in multimodalen Dialogsystemen ausgerichtet ist. Spricht ein Anwender, so kann die verfälschte Mundregion nicht für eine Mimikklassifikation herangezogen werden. Stattdessen

werden die Einzelerkennungsergebnisse der weiteren Gesichtsregionen adequat zu einem Gesamterkennungsergebnis fusioniert. Dadurch werden Erkennungsquoten erreicht, die bis zu 4% über dem Ergebnis ohne eine Fusion liegen.

Do. 12:15 N 1095

Sprachverarbeitung

Evaluierung von natürlichen Emotionen in Sprachsignalen

Michael Grimm, Kristian Kroschel

Institut für Nachrichtentechnik (INT)

Die Erkennung von Emotionen im Sprachsignal ist in den letzten Jahren ein wichtiger Bestandteil der Forschung im Bereich Mensch-Maschine-Schnittstelle geworden. Bisher implementierte Erkennungssysteme verwenden meistens Sprachproben, die von Schauspielern gespielte Emotionen enthalten. Da diese jedoch häufig stark übertrieben sind, verfolgen wir den Ansatz, nur natürliche Emotionen zu berücksichtigen, d.h. emotionsbehaftete Sprachsignale, die von nichtprofessionellen Sprechern aufgenommen wurden.

In diesem Beitrag wird die Problematik der Verwendung natürlicher Emotionen behandelt: Da die Emotion des Sprechers nicht bekannt ist, muss eine Schätzung basierend auf den Aussagen mehrerer menschlicher Evaluierer erfolgen. Neben einem geeigneten Evaluierungsverfahren stellen wir auch eine Methode zur unterschiedlichen Gewichtung der einzelnen Evaluierer vor.

Für die Evaluierung selbst wird ein Verfahren aus der Wirtschaftspsychologie verwendet: die Self Assessment Manikins. Mit Hilfe dieser bildlichen Darstellungen von Emotionskomponenten ist es möglich, einen Emotionseindruck weitgehend textfrei zu beurteilen. Die Emotionskomponenten werden dann auf einen dreidimensionalen Merkmalsraum abgebildet.

Anschließend erfolgt die Schätzung der tatsächlich vorhandenen Emotion in der Sprachprobe anhand der Merkmalsvektoren der einzelnen Evaluiereraussagen. Es wird neben dem Maximum-Likelihood-Schätzer auch ein gewichteter Schätzer vorgestellt, der die Zuverlässigkeit der einzelnen Evaluierer berücksichtigt.

Am Beispiel einer Datenbank, die 165 emotionale Sprachsignale enthält, wird die Abbildung auf den Merkmalsraum mit drei emotionalen Basisdimensionen aufgezeigt. Durch die gewichtete Evaluierung ergeben sich zudem Verbesserungen der Statistik, da die Standardabweichung im Mittel um bis zu 11,8% reduziert wird.

Do. 13:45 N 1095

Sprachverarbeitung

Overcoming the Statistical Independence Assumption w.r.t. Frequency in Speech Enhancement

Tim Fingscheidt, Christophe Beaugeant, Suhadi Suhadi
Siemens AG

In this paper we give a solution on how to overcome the assumption of statistical independence of adjacent frequency bins in noise reduction techniques. We show that under relaxed assumptions the problem results in an a-priori SNR estimation problem, where all available noisy speech spectral amplitudes (observations) are exploited. Any state-of-the-art noise power spectral density (psd) estimation and weighting rule can be used - they do not need to be restated. In order to solve for an estimator well suited for real-time applications, we model the a-priori SNR values as Markov processes w.r.t. frequency. On the basis of the formulation by Ephraim and Malah, this leads to a new a-priori SNR estimator that proves to yield significantly less musical tones.

Do. 14:10 N 1095

Sprachverarbeitung

Voice Conversion: State-of-the-Art and Future Work

David Suendermann
Universitat Politecnica de Catalunya

Voice conversion is the adaptation of the characteristics of a source speaker's voice to those of a target speaker. Over the last few years, the interest in voice conversion has risen significantly. This is due to its application to the individualization of text-to-speech systems, whose voices, in general, have to be created in a rather time-consuming way requiring human assistance. In this paper, the most popular applications and solution approaches are itemized. We will see that some applications require text-independent or even cross-language voice conversion. Then, evaluation methods are discussed and, finally, the author's future work is outlined.

Do. 14:35 N 1095

Sprachverarbeitung

TC-STAR: Evaluation Plan for Voice Conversion TechnologyDavid Suendermann, Helenca Duxans, Antonio Bonafonte, Harald Hoega*Universitat Politècnica de Catalunya*

Voice conversion is the adaptation of the characteristics of a source speaker's voice to those of a target speaker. When evaluating voice conversion technology, generally, we have two questions in mind: Does the technique change the speaker identity in the intended way? How is the overall sound quality of the converted speech? The answers can be found applying subjective and objective error criteria. The former is based on listening tests. The latter expresses the distance between the converted speech and corresponding reference speech of the target speaker. In this paper, we develop a plan for evaluating voice conversion technology in the European speech-to-speech translation project TC-STAR.

Do. 15:00 N 1095

Sprachverarbeitung

How Onset Neurons Process Speech SoundsWerner Hemmert, Marcus Holmberg, Christoph Schmid, Ulrich Ramacher*Infineon Technologies AG, CPR-ST*

Fine-grained temporal information processing is a hallmark of the auditory system, which enables robust speech recognition even in noisy environments. Here we present an inner ear model which codes sound signals into trains of nerve-action potentials, and a model of so-called onset neurons, which extract temporal features of speech signals. Frequency analysis was achieved using a wave-digital filter model of the inner ear's hydrodynamics, which conserves the temporal structure of sound signals. The inputs of multiple nerve fibers covering broad frequency bands were fed to onset units. These neurons exhibit an extraordinarily fast membrane time constant, mainly due to a low-threshold, fast activating potassium channel. They are triggered by voiced speech signals where they code the pitch. For tonic stimuli the potassium channel shunts the input currents with the result that these neurons fire preferentially at signal onsets.

Do. 15:25 N 1095

Sprachverarbeitung

SpeechRecorder - Mehrkanal Sprachaufnahmen über das WWW

Christoph Draxler, Klaus Jänsch

Institut für Phonetik und Sprachliche Kommunikation

SpeechRecorder ist ein WWW-basiertes Softwarepaket zur Durchführung von

Sprachaufnahmen. Die Software läuft als Java WebStart Applikation auf Clientrechnern im WWW, die Aufnahmen können dabei lokal oder auf einem Server gespeichert werden. Auf diese Weise ist es möglich, distribuierte Aufnahmen in hoher Qualität bei gleichzeitig zentraler Datenhaltung durchzuführen).

SpeechRecorder ist in Java implementiert und läuft somit auf allen Plattformen, die Java 1.4 oder neuer unterstützen. Die Standard ASIO Treiber werden über Wrapper angesprochen, so dass Mehrkanal Audiokarten direkt angesprochen werden können.

Das Prompting der Sprecher erfolgt in Form von Text oder Bildern sowie Audio- oder Videowiedergabe. Als Textformat wird Unicode verwendet, so dass alle Schriftsprachen der Welt korrekt dargestellt werden können. Bildprompts sind vor allem dann sinnvoll, wenn keine konkreten Wortvorgaben gemacht werden sollen (z. B. bei Dialektaufnahmen), wenn die Sprecher nicht lesen können (z. B. Kleinkinder) oder bei der Analyse von aphasischen Patienten.

SpeechRecorder bietet zwei unterschiedliche Sichten an: in der Sprechersicht sind nur der Prompt und die Ampel zur Aufnahmesteuerung sichtbar, in der Versuchsleitersicht zusätzlich noch Signaldisplay, Aussteuerungsanzeige, eine Übersicht über die Prompts und Schaltflächen zur Steuerung des Ablaufs. Diese Sichten können einander überlappen oder auf getrennten Monitoren einzeln ausgegeben werden.

Das Skript zur Steuerung des Ablaufs ist in XML formatiert. Der Ablauf kann manuell, semi- automatisch und vollautomatisch erfolgen, und die Auswahl der Prompts erfolgt sequentiell oder per Zufallsauswahl.

SpeechRecorder wurde in einer Reihe von Aufnahmeprojekten des IPSK eingesetzt, sowohl stationär in Studios, im Feld, im Auto als auch über das WWW. Die Software ist frei verfügbar.

Do. 15:50 N 1095

Sprachverarbeitung

Sprachqualität von Mobiltelefonen - welchen Einfluss hat die Gehäuseform?

Gregor Feneberg

Müller-BBM

Die Gehäuseform moderner Mobiltelefone wird neben den zwei typischen Vertretern "Riegel" und Klappgehäuse weiterhin von Modeschwankungen sowie durch Multimedia-Funktionen (Kamera, Spiele, Organizer) beeinflusst. Bei Untersuchungen an einer Vielzahl von GSM und WCDMA Mobiltelefonen in den vergangenen Jahren für Verbraucherorganisationen wurde durch objektive und subjektive Tests die Sprachqualität vergleichend ermittelt. Hierbei kamen sowohl Standardmessungen wie RLR/SLR (Receiving- und Sending Loudness Rate), Grundgeräuschpegel und Übertragungsfrequenzgänge, als auch sende- und empfangsseitige Hörtests in Ruhe sowie in geräuscherfüllter Umgebung mit echtem Sprachmaterial zur Anwendung. Weiterhin aufgenommen wurden die Bauform der Telefone, der Abstand Mund - Mikrofon sowie ergänzende Aspekte zur Gehäuseform. Anhand von statistischen Auswertungen werden Fragestellungen wie der generelle Einfluss der Gehäusegestalt, herstellertypische Eigenschaften oder etwa die Preis-Qualitätsrelation behandelt.

Do. 10:35 N 1179

Fahrzeugakustik: Schiene

Berechnungsverfahren zur effizienten Bestimmung der Schallemission von Schienenfahrzeugen

Roland Jürgens, Markus Hecht

TU- Berlin, FG Schienenfahrzeuge

Aufgrund der zur Zeit existierenden und zukünftigen Emissionsgrenzwerte für Schienenfahrzeuge, erwächst der Wunsch der Fahrzeughersteller und -betreiber, über ein verlässliches Simulationsverfahren zur rechnerischen Bestimmung der Schallemission der Fahrzeuge zu verfügen. Die Anforderungen an ein solches Simulationsverfahren entspringen vorrangig dem pragmatischen Ansatz einer schnellen und effizienten Ergebnisfindung, bei vertretbaren Abweichungen der Schalldruckpegel in den normkonformen Messpunkten. In diesem Beitrag werden Empfehlungen für Rechenverfahren gegeben, die je nach Lage, Einbausituation und Abstrahlcharakteristik der Schallquellen Anwendung finden sollten. Dabei spielen unter anderem die Abschirmung von Schallquellen (z.B. durch Schürzen), die Bodenreflektion mit den

daraus resultierenden Interferenzerscheinungen und die zum Teil gerichtete Abstrahlung der Schallquellen eine entscheidende Rolle. Gegenstand der Untersuchungen sind sowohl Verfahren der Ausbreitungsrechnung im Freien als auch der Raumakustik. Es wird eine Fehlerabschätzung unter Berücksichtigung der Rechenzeit bei der Anwendung der Rechenverfahren auf die unterschiedlichen Kategorien von Schallquellen gegeben. Die Rechenergebnisse werden mit Messungen an Realfahrzeugen verglichen und es wird eine Voruntersuchung zu sekundären Schallminderungsmaßnahmen exemplarisch an einem Fahrzeug vorgestellt.

Do. 11:00 N 1179

Fahrzeugakustik: Schiene

BRAINS for improved rail vehicle acoustics

Anders Frid, Ulf Orrenius, Siv Leth, Bert Stegemann

Bombardier, CoC Acoustics & Vibration

BRAINS (Bombardier RAILway Noise Software) is an acoustic prediction software for interior and exterior noise from railway vehicles. The tool was developed in-house by Bombardier to fill the specific needs of noise control management and noise predictions in the rolling stock industry.

Essentially, BRAINS forms an efficient administrative framework in which several computational modules are integrated. It is created in the Matlab environment but is run as a compiled executable. It has a graphical interface and several features to facilitate modelling of different train types and the import of source, transmission and absorption spectra.

BRAINS performs the calculations in 1/3-octave band spectra by default. It interacts with the Bombardier acoustics material database "Acousdat". The modelling is based on a hybrid-approach using the most appropriate method for each class of acoustic problem ranging from analytical, statistical and empirical formulations based on experimental data, to pre-calculated values for standard cases from TWINS and in the next version also FEM /BEM analysis.

The software has been validated on several vehicles and is primarily used in the bid phase of a new vehicle project.

Einfluss von Steifigkeit und Dämpfung bei Eisenbahnradern, insbesondere von Güterwagenradern, auf die SchallabstrahlungMarc Wiemers*Brunel GmbH Railmotive*

In diesem Vortrag werden verschiedene Güterwagenräder unter akustischen Gesichtspunkten betrachtet. Dazu wurde ein Berechnungsprogramm erstellt, welches nach der Punktstrahlersynthese aus finite Elemente-Berechnungen die Schallabstrahlung eines Rades im beliebigen Abstand und Position berechnen kann. Dieses Programm bestand die Validierung an drei Beispielen. Zusätzlich sind EF-Modelle für die Simulation von beschichteten Eisenbahnradern mit und ohne Deckschicht entwickelt worden. Es wurden Rad-Modelle erstellt, die zur akustischen Begutachtung dieser Maßnahmen an dem Güterwagen-Rad der Bauart BA004 dienen. Die aus den verschiedenen Simulationen resultierenden Ergebnisse werden jeweils dargestellt und im Hinblick auf akustische und wirtschaftliche Fragestellungen erörtert. Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass sich eine nennenswerte Schalldruckpegelminderung nicht mit einer einzigen Maßnahme erreichen lässt. Die Bedämpfung des Laufrades erbringt nur bei Verwendung einer Beschichtung mit Deckschicht eine signifikante Minderung. Auf der anderen Seite ergibt eine Verstärkung der Rad-Scheibe eine relativ geringe Schalldruckpegelminderung, die aus wirtschaftlichen Gründen nicht anzustreben ist. Die Kombination der beiden Massnahmen ergibt bei dem Rad der Bauart BA004 eine nennenswerte Pegelminderung bis zu 12 dB, die auch wirtschaftlich sinnvoll erscheint. Die Simulationen sind selbstverständlich auf jedes andere Eisenbahnrad übertragbar. Die Arbeit zeigt, dass es notwendig ist die heutigen Güterwagendrehgestelle grundsätzlich aus akustischer Sicht zu überdenken. Mit Massnahmen an einzelnen Bauteilen an verschiedenen Stellen werden die von der Politik geforderten Werte nicht erreichbar sein. Diese Maßnahmen können höchstens Zwischenlösungen auf dem Weg zu einem leisen Güterverkehr sein.

Do. 11:50 N 1179

Fahrzeugakustik: Schiene

Vermeidung von Kurvenkreischen - ein ZwischenberichtStefan BühlerPROSE AG

Bezüglich Umweltverhalten weisen schienengebundene Fahrzeuge gegenüber anderen Verkehrsträgern Vorteile auf. Die einzige Schwachstelle ist die Lärmentwicklung, primär am Kontakt des Rades mit der Schiene. In den letzten Jahren sind verschiedene Massnahmen zur Reduktion des Rollgeräuschs bis zur Anwendungsreife entwickelt worden, welche nun zunehmend in der Fläche umgesetzt werden. Die Vermeidung des Kurvenkreischen ist der nächste anstehende Schritt zur Lärmreduktion von schienengebundenen Fahrzeugen.

Tritt Kurvenkreischen auf, so führt dies typischerweise zu einer Schallpegelerhöhung von 20 bis 30 dB(A). Damit scheiden Massnahmen im Ausbreitungspfad, wie z.B. Schallschutzwände, als Lärmschutzmassnahmen vollständig aus. Kurvenkreischen kann einerseits durch Massnahmen vermieden werden, welche die Entstehung unterbinden oder andererseits durch genügende Dämpfung der beteiligten Eigenmodi. Auf dem Gebiet der Bekämpfung des Kurvenkreischen sind zurzeit weltweit viele Entwicklungen im Gang und für einige Einsatzfälle sind nun schon erste anwendungsreife Systeme auf dem Markt erhältlich.

Das Referat zeigt die verschiedenen Typen des Kurvenkreischen auf. Pro Typ werden die Prozesse des Entstehens, die Charakteristik sowie der Baum der möglichen Ansatzstellen für die Vermeidung aufgezeigt. Die heute auf dem Markt vorhandenen Systeme und die dahinterliegenden Methoden sowie Lärmreduktionsmassnahmen die heute in der Entwicklung sind, werden diesen Strukturen zugeordnet. Die betrieblichen Parameter des Bahnsystems, bei dem die Massnahme angewendet werden soll, haben einen grossen Einfluss auf die Bewertung der Eignung von Massnahmen. Diese Einflusspfade werden beleuchtet und an Beispielen diskutiert.

Die PROSE AG wurde vom schweizerischen Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) mit der Durchführung dieser Untersuchung beauftragt.

Maßnahmen zur Reduzierung des Brückendröhnens

Dorothee Stiebel, Wolfgang Behr, Wolfgang Brandl, Karl Degen
DB Systemtechnik

Die akustische Problematik von Eisenbahnbrücken beruht darauf, dass die Brückenkonstruktion während der Überfahrt eines Zuges sekundären Luftschall abstrahlt. Da diese zusätzlich zum Rollgeräusch auftretende Lärmkomponente als besonders störend empfunden wird, besteht großes Interesse an wirkungsvollen Maßnahmen zur Reduktion des Brückendröhnens.

Bei der DB AG wurden seit den 60er Jahren ausführliche Messungen zur Schallabstrahlung von Eisenbahnbrücken durchgeführt. Mit Hilfe dieser Untersuchungen wurden Maßnahmen entwickelt, die zur Reduktion des Brückendröhnens geeignet sind und bereits heute im Netz der DB AG zur Lärmvorsorge und Lärmsanierung eingesetzt werden. Ihr Einsatz wird sich voraussichtlich noch erhöhen, da Maßnahmen zur Reduktion des Brückendröhnens in der überarbeiteten Berechnungsvorschrift "Schall 03" berücksichtigt werden sollen.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten aber auch, dass die Messergebnisse nur bedingt von einem Brückentyp auf einen anderen übertragen werden können. Vor dem Hintergrund der heute vorhandenen Vielzahl von Brückentypen ist daher eine umfangreiche Optimierung der Maßnahmen mittels Messungen nicht möglich. Daher wurde im Jahr 2003 das DB-interne Projekt "Leise Brücke" gestartet, in dem die Schallabstrahlung von Brücken mittels einer Kombination von Messungen und Simulationen optimiert werden soll. Die Berechnung der Schwingungsanregung einer Brücke erfolgt dabei mittels eines Impedanzmodells (Programm RIM-B), die Simulation der Schallabstrahlung bei niedrigen Frequenzen mittels der Finiten-Elemente-Methode (Programme ANSYS und SYSNOISE) und bei hohen Frequenzen mittels Statistischer Energieanalyse (Programm AutoSEA2). Das Projekt wird bis Ende 2005 laufen.

Der Beitrag beinhaltet die Vorstellung und Diskussion der im Netz der DB AG eingesetzten Maßnahmen. Weiterhin soll mittels Vergleichen von Mess- und Simulationsergebnissen die Einsetzbarkeit der Simulation für die Reduktion des Brückendröhnens aufgezeigt werden.

Do. 13:45 N 1179

Fahrzeugakustik: Schiene

Der Weg zur leisen Eisenbahn-Stahlbrücke in Deutschland

Paul Vos, De

DHV Umwelt und Mobilität

Stahlbrücken mit direkten Schienenbefestigung stellen im Eisenbahnbereich wichtige Quellen von Lästigkeit dar. In den Niederlanden wurde eine grosse Anzahl von Stahlbrücken von stark unterschiedlichem Entwurf gemessen und anschliessend modelliert. Daraus hat sich ein gutes Verständnis ergeben für das Verhalten einzelner Quellen: Rollgeräusch im Rad/Schienenbereich, Körperschalldämmung der elastischen Zwischenlage und Auswirkung auf die Schienenschwingungen, sowie Anregung und Abstrahlung der einzelnen Brückenteile. Mit diesen Kenntnissen wurde ein Standard-Entwurf für eine leise und sehr instandhaltungsfreundliche Brücke entwickelt, die sich inzwischen in verschiedenen Anwendungen bewährt hat. Die Brücke ist insgesamt Zugverkehr gleichlaut wie die freie Strecke mit Schotteroberbau. Durch die neulich erhaltene EBA Zulassung liegt der Weg zur weiteren Anwendung im Deutschen Bahnbereich offen.

Do. 14:10 N 1179

Fahrzeugakustik: Schiene

Transferpfadsynthese des Innengeräusches der Klimaanlage in Reisezügen

Fred Nentwich

Liebherr-Transportation Systems GmbH

Damit es Bahnreisende angenehm ruhig haben, werden bei der Wagenkonzeption Schallquellen, Schalldämpfer und Fahrgastraum aufeinander abgestimmt. Um die Entstehung des Schalls und seine Ausbreitung nachzuvollziehen, und Möglichkeiten zur Geräuschreduktion aufzuzeigen, wird ein Modell für das Innengeräusch des Klimagerätes erstellt. Im Klimagerät stellen Lüfter und Kompressoren die wichtigsten Schallquellen dar. Ihr Luftschall pflanzt sich über ein verzweigtes Kanalsystem fort und gelangt schließlich über die Ansaug- und Ausblasöffnungen in den Fahrgastraum. Im Modell wird das Geräusch der Klimaanlage nach Quellen und Transferpfaden in Geräuschanteile untergliedert. Für jeden Geräuschanteil werden die Schalleistung an der Quelle, die Dämpfung im Kanalsystem und die Ausbreitung als Schallfeld im Fahrgastraum gemessen oder berechnet. Schlußendlich

erfolgt die Superposition der Geräuschanteile zum Gesamtgeräusch. Das Modell liefert für jede Quelle die Schalldruckpegelverteilung im Fahrgastraum und eine Reihung der Quellen nach ihrer Dominanz. Weiters ermöglicht das Modell, die Auswirkung von Modifikationen an Lüfter oder Kanalsystem auf das Innengeräusch näherungsweise vorherzusagen.

Do. 14:35 N 1179

Fahrzeugakustik: Schiene

Parker-Resonanzen als Ursache für tonale Störgeräusche an einem Lokomotivkühler

Wilhelm Von Heesen, Christoph Kirschinger, Uwe Mauch, Dietrich Zwicker

Müller BBM GmbH

Bei der Inbetriebnahme eines neuen Lokomotiventyps trat an der Kühlanlage ein tonales Geräusch mit Schalldruckpegeln von 130 dB(A) in 1 m Abstand auf. In Vorversuchen wurde festgestellt, dass der Störton bei Erhöhung der Ventilator Drehzahl stufenweise zu höheren Frequenzen sprang, wobei die Störtonfrequenz über größere Drehzahlbereiche konstant blieb. Auffällig war, dass bei sämtlichen Störtonfrequenzen die Breite des Kühlers jeweils einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge entsprach. Durch Abtasten des Schallfeldes entlang der Kühlerfläche konnte die Existenz horizontaler stehender Wellen entlang der Kühlerfläche nachgewiesen werden. Als Ursache des Störtons wurde die periodische Wirbelablösung an den vertikal verlaufenden Kühlwasserröhrchen vermutet. Die Wirbelablösungsfrequenz ist üblicherweise streng proportional zur Strömungsgeschwindigkeit. Wenn jedoch durch die Wirbelablösung eine Eigenmode des Systems angeregt wird, synchronisiert sich die örtliche Verteilung der Wirbelablösung auf die Eigenform, und die Wirbelablösefrequenz verharrt über einen weiten Bereich der Strömungsgeschwindigkeit bei der Systemeigenfrequenz. Dieses Phänomen ist in der Literatur unter dem Namen 'Parker-Resonanz' bekannt. Der Kühler besteht aus insgesamt 13 vertikal ausgerichteten und horizontal nebeneinander angeordneten Elementen. Durch den Austausch einzelner Kühlelemente gegen solche mit anderer Geometrie der Kühlwasserröhrchen konnte der Störton vollständig beseitigt werden.

Do. 15:00 N 1179

Fahrzeugakustik: Schiene

Schalldämm - Messungen nach der Intensitätsmethode an Wellenbälgen für Schienenfahrzeuge

Wolfgang Teuber, Ernst - J. Völker

IAB - Institut für Akustik und Bauphysik

Wellenbälge als bewegliche Verbindungen zwischen Zugwaggons sollen neben hohen Anforderungen der mechanischen Stabilität, Druck-dichtheit, Langlebigkeit usw. auch gute Schalldämm - Eigenschaften aufweisen. Außenpegel an Schienenfahrzeugen mit wesentlichen Unterschieden zwischen Boden, Wand und Waggondach sind im Rahmen von Messungen des Schalldämm - Wertes getrennt zu beurteilen. Übliche Untersuchungen zwischen 2 Hallräumen lassen derartige Aussagen nicht zu und es sind Messungen an Teilflächen nach dem Intensitätsverfahren vorzunehmen. Die Anordnung eines Wellenbalgs zwischen Hallraum und Freifeld wird beschrieben und Ausführungen in DIN EN ISO 15186-1 (Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen) gegenübergestellt. Erfahrungen und begründete Abweichungen zur Norm aufgrund von Abmessungen und Geometrien untersuchter Wellenbälge werden zusammen mit Ergebnissen aufgezeigt.

Do. 14:35 HS 0601

Ultraschall

Luftschallmessungen zur Schallerzeugung eines parametrischen Ultraschalllautsprechers

André Gerlach, Michael Fischer

Robert Bosch GmbH

Bei einem parametrischen Ultraschalllautsprecher wird ein Audio-Nutzsignal einem Ultraschallträger aufmoduliert und abgestrahlt. In der Luft findet durch die für hohe Schalldrücke zunehmend nichtlineare Druck-Dichte-Relation eine Demodulation statt und das Nutzsignal im Audio-Frequenzbereich wird erzeugt. Ein parametrischer Lautsprecher wurde in Bezug auf den Schalldruckabfall des Nutzsignals mit der Entfernung und die Richtcharakteristik messtechnisch untersucht. Eine erste Messung ermittelte im Vergleich mit der Theorie deutlich zu große Schalldruckpegel. Bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, dass es durch die Anwesenheit des Messmikrofons im Schallfeld zu einer zusätzlichen Demodulation kommt, die an der Mikrofonmembran einen erhöhten Schalldruck erzeugt. Verschiedene Maßnahmen wurden untersucht, um auch in einem solchen Schallfeld die

Schalldrücke korrekt messen zu können. Ergebnisse der Messung werden beispielhaft angegeben.

Do. 15:00 HS 0601

Ultraschall

EMFi Ultraschallwandler für ein biotechnisches Sonarsystem

Alexander Streicher, Rolf Müller, Herbert Peremans, Manfred Kaltenbacher, Reinhard Lerch

Lehrstuhl für Sensorik, Universität Erlangen-Nürnberg

Ziel des europäischen Projekts CIRCE (Chroptera Inspired Robot Cephaloid)* ist die Nachbildung des biologischen Sonarsystems von Fledermäusen. Wichtige Bestandteile dieses künstlichen Fledermauskopfes sind unter anderem die Ultraschallsender und Empfänger, die neben einer hohen Bandbreite von 20 - 200 kHz auch eine hohe Empfindlichkeit (Empfänger) und einen große Dynamik (Sender) besitzen müssen.

Um diese Anforderungen an die Ultraschallwandler zu erfüllen wird für deren Aufbau ein spezieller zellulärer Polymehrfilm (EM-Fi) verwendet. Mit einer Resonanzfrequenz von 300 kHz und einer, auf Grund des zellulären Aufbaus, sehr hohen piezoelektrischen Konstante d_{33} von bis zu 800 pC/N erfüllt dieses Material die geforderten Spezifikationen. Mittels dieser Folie konnte ein Ultraschallsender mit einer Bandbreite von 30 - 200 kHz und einem Schalldruckpegel von 90 dB in 1m Abstand aufgebaut werden. Zusätzlich wurde auch ein Ultraschallempfänger gleicher Bandbreite und einem äquivalenten akustischen Rauschpegel von kleiner 50 dB entwickelt. Die nichtlinearen akustischen Eigenschaften des ferroelektrischen Materials wurden mit Hilfe von 3D Finite Elemente (FE) Simulation für verschiedenen Wandleraufbauten analysiert. Damit konnte der Einfluss der Materialparameter auf die piezoelektrischen und akustischen Eigenschaften des Material untersucht werden. Für die FE- Simulation, wurde das gekoppelte Feldproblem, bestehend aus Mechanik, Elektrostatik und Akustik unter Berücksichtigung der komplexen geometrischen Struktur des zellulären Polymers gelöst.

Sowohl die Messergebnisse als auch die Simulationsergebnisse verschiedener Wandleraufbauten sind Gegenstand dieses Beitrages.

(Finanziert durch die Europäische Kommission, LPS Initiative)

Dämpfung von Ultraschall in Gewebe

Ludwig Bahr, Manfred Kaltenbacher, Reinhard Lerch

Lehrstuhl für Sensorik, Universität Erlangen-Nürnberg

Messungen der Ultraschalldämpfung in Gewebe im Frequenzbereich, der in medizinischen Anwendungen relevant ist (d. h. 500 kHz bis 5 MHz), weisen eine Frequenzabhängigkeit auf. Im Gegensatz zu Wasser, wo eine Dämpfung proportional zur Frequenz im Quadrat gefunden wird, kann für Gewebe die Dämpfung am besten mit einem Frequenz-Potenzgesetz angenähert werden, wobei der Exponent typischerweise zwischen 1.0 und 1.5 liegt. Gemäß den Kramers-Kronig Beziehungen muss bei einem Exponenten ungleich zwei Dispersion auftreten. In Laborversuchen wurde sowohl die Frequenzabhängigkeit der Dämpfung sowie die Gültigkeit der Kramers-Kronig Beziehungen näher untersucht. Da Messungen an lebendem Gewebe mit sehr großem Aufwand verbunden sind, beschränkten wir uns auf Gewebeersatzstoffe, welche annähernd die gleichen akustischen Eigenschaften aufweisen wie Gewebe. Wir verwendeten ein Gewebeersatzstoff bestehend aus Wasser, Glyzerin, Agar, Aluminiumoxid, Siliziumkarbid und Benzalkoniumchlorid gemäß dem Rezept nach IEC 60601-2-37 Amd. 1. Zusätzlich wurden Plexiglas und Rizinusöl untersucht, da hierfür publizierte Messwerte vorlagen. Als Anregungssignal verwendeten wir einen einzelnen Sinuspuls, wobei für alle im Puls enthaltenen Frequenzanteile Absorptionskoeffizient und Dispersion bestimmt wurde. Für alle Stoffe war der relative Fehler im Frequenzverlauf von Absorption und Dispersion zwischen den gemessenen und den nach dem Frequenz-Potenzgesetz berechneten Werten kleiner als 5 %. Für das Frequenz-Potenzgesetz-Dämpfungsmodell wurde eine Implementierung im Zeitbereich gefunden, und der Algorithmus in das am Lehrstuhl entwickelte Finite-Elemente-Programm integriert. Basierend auf der Kramers-Kronig Beziehung kann der Dämpfungs- und der Dispersionsanteil, da der eine aus dem anderen berechnet werden kann, zu einem einzigen Term in der Wellengleichung zusammengefasst werden.

Ultraschallintensitätsmessung an Sonographiegeräten mit Hilfe eines kalibrierten thermoakustischen Sensors

Volker Wilkens, Hans-Peter Reimann

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Die Messung der Schallabgabe von diagnostischen Ultraschallgeräten ist im Hinblick auf die Patientensicherheit von großer Bedeutung. Die Bestimmung der örtlichen, zeitlich gemittelten Ultraschallintensität durch Hydrophonmessungen erfordert insbesondere bei den kombinierten Bildgebungsmodi moderner Sonographiegeräte mit sehr komplizierten Impulssendefolgen einen hohen technischen Aufwand. Um alle zur Gesamtintensität am Messort beitragenden Ultraschallwellen zu erfassen, müssen komplizierte Synchronisationsmethoden verwendet werden und es ist ein genauer Einblick in die Einzelheiten der Arbeitsweise des individuellen Sonographiegerätes notwendig, der üblicherweise nur dem Hersteller möglich ist.

Thermoakustische Sensoren stellen hier eine deutlich weniger aufwändige Alternative zur Intensitätsbestimmung dar. Aufgrund des thermischen Messprinzips entfällt hier die Notwendigkeit der Synchronisation auf einzelne Impulse und Impulsfolgen, da die Sensoren inhärent eine zeitliche Mittelung über alle einfallenden Schallereignisse durchführen. Um mit dem entwickelten thermoakustischen Messverfahren quantitative Intensitätsmessungen an Sonographiegeräten durchführen zu können, wird zunächst eine Kalibrierung in einem speziell entwickelten Substitutionsverfahren durchgeführt. Die Kalibrierung erfolgt im Frequenzbereich von 1 bis 9 MHz, wodurch der wichtigste Bereich der üblicherweise in der Sonographie verwendeten Mittenfrequenzen abgedeckt wird. Die ermittelte Übertragungsfunktion gibt die im Sensor erzeugte Temperaturerhöhung pro einfallender Schallintensität an. Ein auf diese Weise charakterisierter Sensor wird zur Schallintensitätsmessung an einem konventionellen Sonographiegerät eingesetzt. Die Ergebnisse für einfache Impulssendefolgen werden mit denen aus Hydrophonmessungen verglichen und es zeigt sich eine gute Übereinstimmung, wenn der räumliche Mittelungseffekt des verwendeten thermoakustischen Sensors berücksichtigt wird.

Do. 14:35 HS 0602

Geräuschbeurteilung 2

Bewertung der Geräuschqualität von Geschalteten Reluktanzmaschinen durch psychoakustische Größen

Sebastian Fingerhuth, Knut Kasper, Martin Klemenz, Jens Fiedler, Michael Vorländer, Rik W. De Doncker

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Geschaltete Reluktanzmaschinen (GRM) sind aus Kostengründen (Fertigung und Wartung) eine interessante Alternative zu anderen elektrischen (bürstenlosen) Maschinen. Die Geräuschentwicklung von GRM ist das größte Hindernis für ihre weitere Verbreitung in der Industrie. Die Geräusche entstehen bei langsamen und mittleren Drehzahlen vor allem wegen der impulsartigen elektromagnetischen Kräfte in der Maschine und bei hoher Drehzahl auch durch aerodynamische Prozesse.

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, inwiefern die Lästigkeit des Geräuschs einer GRM durch psychoakustische Größen (Lautheit, Rauigkeit, Schärfe, Tonhaltigkeit, usw.) erklärt werden kann. Dazu wird ein Hörversuch mit anschließender multiplen Regression durchgeführt. Als Stimuli dienen Aufnahmen von GRM unterschiedlicher Leistung und Größe in verschiedenen Betriebspunkten. Die Ergebnisse sollen letztendlich ermöglichen, Maßnahmen zur Geräuschoptimierung von GRM (Änderung der Steuerungsverfahren oder der Maschinengeometrie) gehörlich zu bewerten.

Do. 15:00 HS 0602

Geräuschbeurteilung 2

Beeinflussung der Geräuschqualität von Gebläsen durch Kapselung

Detlef Schulz, Karin Künzel, Mathias Klemm, Stefan Schröter
Hochschule Mittweida (FH)

Die Güte einer Kapsel wird meistens anhand des Einfügungsdämmmaßes $D(f_i)$ sowie der Pegelminderung (bzgl. des A-bewerteten Pegels für ein vorgegebenes Geräusch) beurteilt. Obwohl sich letzteres Kriterium besonders bzgl. der gesundheitlichen Wirkung von Schall gut bewährt hat, ist der A-bewertete Schalldruckpegel als Maßstab für die Geräuschqualität nur bedingt geeignet. Es soll deshalb folgenden Fragestellungen nachgegangen werden: Wie ändern sich psychoakustische Messgrößen bei Kapselung? In welchem Verhältnis stehen diese Änderungen im Vergleich zur Änderung des mittleren Schalldruckpegels? Die Messungen wurden an 6 Gebläsen auf Kläranlagen im

"Normalbetrieb" durchgeführt. In den Spektren dominieren Anteile zwischen 100 Hz und 2000 Hz, wobei ausgeprägte Peaks herausragen. Die Lautheit wird durch die Kapselung näherungsweise halbiert, dadurch verringern sich auch Schärfe und Rauigkeit. Zur Verminderung der Schärfe trägt weiterhin bei, dass hochfrequente Anteile im Spektrum stärker gemindert werden als tieffrequente. Dagegen erhöht sich im Mittel die Tonalität um ca. 65%, was mit einer Zunahme der Lästigkeit verbunden sein kann. Die Pegelabsenkung infolge Kapselung erreicht erst bei Frequenzen oberhalb 150 Hz nennenswerte Beträge. In diesem Bereich knickt die Kurve $L(f)$ des gekapselten Gebläses nach unten ab, wodurch Peaks im unteren Frequenzbereich stärker herausgehoben werden. Die Änderung des Lautheitspegels entspricht zahlenmäßig etwa der Änderung des linearen Schalldruckpegels, der A-bewertete Schalldruckpegel überschätzt die empfundene Lautstärkeminderung etwas.

Do. 15:25 HS 0602

Geräuschbeurteilung 2

Beurteilung von sekundärem Luftschall

Tommaso Meloni, Peter Billeter, Fredy Fischer

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

Sekundärer Luftschall wird in Räumen von Gebäuden als dumpfes Grollen erlebt. Belastungsseitige Voraussetzung dazu ist eine schwingende Gebäudestruktur. Aspekte der Belastungssituation wie auch der Wahrnehmung und Empfindung des sekundären Luftschalls führen dazu, dass die Beurteilung anhand der Schwingungsgrösse in den Räumen gerechtfertigt und auch praktikabel ist. Dieses Vorgehen setzt die Kenntnis eines charakteristischen Wertes der Schwinggeschwindigkeit auf der Raumhülle voraus, so dass der gehörte Luftschall schutzgerecht beurteilt werden kann. Implizit ist in diesem charakteristischen Wert resp. dieser bewerteten Schwingstärke eine Übertragungsfunktion integriert. Diese beschreibt den Zusammenhang zwischen der Schwinggeschwindigkeit auf der Raumhülle und der Körperschallabstrahlung in den Raum in Abhängigkeit der Gebäudesituation. Die gesamte Beurteilungsprozedur für den sekundären Luftschall mitsamt dieser Übertragungsfunktion wird in diesem Beitrag diskutiert und auch der Beurteilung von taktil erlebten Schwingungen (Erschütterungen) gegenübergestellt.

Do. 15:50 HS 0602

Geräuschbeurteilung 2

Problematik tieffrequenter Geräuschimmissionen bei Musikveranstaltungen am Beispiel eines großen Veranstaltungszentrums in MünchenGerhard Prestele, Roland Scholz, R. Wieringer*MPS Akustik GmbH*

Infolge des technischen Fortschritts bei Beschallungsanlagen und des momentanen Musikgeschmacks treten bei Musikveranstaltungen immer höhere tieffrequente Geräuschanteile auf. So wundert es nicht, dass sich Anwohner zunehmend über basstlastige Musik beschweren. Bei der schalltechnischen Prognose und Beurteilung von Musikveranstaltungen zeigen sich derzeit u.a. folgende Probleme:

- Im interessierenden tieffrequenten Bereich unter 100 Hz sind die Schalldämm-Maße von Bauteilen i.d.R. nicht veröffentlicht bzw. Angaben nicht hinreichend gesichert. - Die Prognose und Beurteilung von tieffrequenten Schallimmissionen aus Musikveranstaltungen ist nach den aktuellen Richtlinien und Normen nicht ausreichend erfasst (TA Lärm / DIN 45680: zusätzliche spektrale Beurteilung mit Berücksichtigung der Hörschwelle nur bei "deutlich hervortretenden Einzeltönen", ansonsten A-Bewertung; 18. BImSchV: Prognose/Ausbreitungsrechnung nur bei 500 Hz, A-Bewertung).

Am Beispiel eines der größten Veranstaltungsgelände Europas mit zahlreichen Diskotheken, Konzerthallen, Gast- und Veranstaltungsstätten in München wird die Problematik behandelt. Es wurde ein schalltechnisches Prognose-, Beurteilungs- und Überwachungskonzept entwickelt und umgesetzt, das aus einer angespannten Situation heraus zu einer für Veranstalter und Anwohner zufriedenstellenden Lösung führte.

Do. 15:00 HS 1601

Psychoakustik

Ratio-Scaling of Listener Preference of Multichannel Reproduced Sound

Sylvain Choisel, Florian Wickelmaier

Department of Acoustics, Aalborg University / Bang & Olufsen A/S

Sound quality is often assessed by means of direct ratings on a numerical preference scale. The validity of direct rating scales relies on many implicit assumptions, one of them being the unidimensionality of the judgments. While unidimensionality might

hold for simple stimuli, this is a non-trivial assumption in the case of complex spatial sounds. In the present study the Bradley-Terry-Luce (BTL) model was employed to investigate the unidimensionality of preference judgments made by 40 listeners on multichannel reproduced sound. Short musical excerpts played back in eight reproduction modes (mono, stereo and various multichannel formats) served as stimuli. On each trial, the task of the subjects was to choose the format they preferred, proceeding through all the possible pairs of the eight reproduction modes. This experiment was replicated with four types of programme material (pop and classical music). As a main result, the BTL model was found to predict the choice frequencies well. This implies that listeners were able to integrate the complex nature of the sounds into a unidimensional preference judgment. It further implies the existence of a preference scale on which the reproduction modes can not only be ordered, but also their ratios are meaningful. There were significant differences between the reproduction modes (some ratios exceeding ten). Also the programme material was found to have a significant effect on the listener preferences. It is concluded that the BTL scaling may be more useful than direct scaling for obtaining quantitative information regarding the quality of reproduced sound.

Do. 15:25 HS 1601

Psychoakustik

Ähnlichkeits- und JND-Messungen mit gemorphten Stimuli zur Klangfarbenwahrnehmung bei Schwer- und Normalhörenden

Suzan Emiroglu, Birger Kollmeier

Institut für medizinische Physik

Sensorineural Schwerhörige haben häufig das Problem einer Klangfarben-Verzerrung, auch versorgt mit Hörgeräten. Dies beeinträchtigt insbesondere die Wahrnehmung von Musik. In Hinblick auf Verbesserung vorhandener auditorischer Modelle und Hörgeräte wurden psychoakustische Messungen zur Klangfarben-Wahrnehmung an schwer- und normalhörenden Probanden durchgeführt. Ziel war es, Wahrnehmungs-Unterschiede zwischen diesen beiden Versuchsgruppen bezüglich zeitlicher und spektraler physikalischer Dimensionen (z.B. spektraler Schwerpunkt, spektrale Fluktuation) zu bestimmen. Durch lineare Interpolation von spektralen Parametern wurden Töne von Musikinstrumenten entlang dieser Dimensionen ineinander übergeblendet ("gemorpht"), wodurch Stimulus-Kontinua

zwischen natürlichen Instrumenten entstanden. Um erlernte von den auditorischen Fähigkeiten zu trennen, wurden in beiden Versuchsgruppen auch Musiker als Probanden hinzugezogen.

Ein 8-alternative-forced-choice (AFC) Pilotversuch, in dem die Versuchspersonen die Ähnlichkeit von paarweise präsentierten Tönen beurteilten, ergab ähnliche Bewertungen durch normal- und schwerhörende Probanden. Die größten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen ergaben sich beim zwischen Saxophon und Cello liegenden Klangfarben-Kontinuum. Die Töne dieses Kontinuums haben nahezu konstante spektrale Schwerpunkte und Anschwellzeiten und unterscheiden sich vornehmlich durch zeitliche Fluktuation. Weiterhin werden Ergebnisse eines 3-AFC-Experiments präsentiert, das gerade noch wahrnehmbare Unterschiede (JND) der Klangfarbe bei Normal- und Schwerhörenden bestimmte. Dazu wurden nur entlang der Dimensionen des spektralen Schwerpunktes und der zeitlichen Fluktuation gemorphte Stimuli benutzt, während die Variation in den übrigen Dimensionen minimiert wurde.

Do. 15:50 HS 1601

Psychoakustik

Der Gesang der Sirenen. Homers Dichtung und akustische Realität

Karl-Heinz Frommolt, Martin Carlé

Humboldt-Universität zu Berlin, Museum für Naturkunde

Überlieferungen aus der Antike werfen immer wieder die Frage nach deren rationalen Kern auf. Eine dieser Fragen ist der rätselhafte Gesang der Sirenen, der Odysseus auf seiner Irrfahrt betörte. Was konnte Odysseus aber wirklich hören? Waren es menschliche oder tierische Stimmen, Halluzinationen oder Umgebungsgeräusche? Um diesen Fragestellungen nachzugehen, erfolgten akustische Messungen auf der italienischen Inselgruppe li Galli, die den Mythos der legendären Sireneninsel hat und auch von der Mehrzahl der Experten als wahrscheinlichster Ort des Ereignisses gehalten wird. Wir untersuchten die Schallausbreitung von synthetischen (Sinuston, Weißes Rauschen) und natürlichen Signalen (Rufe von Mönchsrobben, menschlicher Gesang). Die besondere Anordnung der Inseln bewirkte eine deutliche Verstärkung des Signals. Die von uns gefundenen akustischen Phänomene liefern eine plausible Erklärung für den Gesang der Sirenen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die besondere Umformung natürlicher akustischer Signale, den Rufen eine

unerwartete Fülle verliehen und somit zu dem Mythos des Sirenengesanges führten. Die Ergebnisse werden insbesondere unter dem Blickwinkel des musikalischen Intervallsystems der Antike, das sich deutlich von unserem Tonleitersystem unterscheidet, betrachtet.

Wegbeschreibung zur TU München

Vom Flughafen München zum Hauptbahnhof per S-Bahn

- Um vom Flughafen zur TUM zu kommen, folgen Sie der Beschilderung im Hauptterminal in Richtung S-Bahn.
- Vor Betreten des S-Bahn-Bereichs müssen Sie sich einen gültigen Fahrausweis kaufen und entwerten.
- Nehmen Sie die Linie S8 in Richtung München und fahren ca. 40 Minuten bis zur Haltestelle Hauptbahnhof.

Vom Hauptbahnhof zur TU München per U-Bahn

- Gehen Sie zum Ende des Zuges und folgen der Beschilderung zu den U-Bahn-Linien U1 und U2.
- Vor Betreten des U-Bahn-Bereichs müssen Sie sich einen gültigen Fahrausweis kaufen und entwerten.
- Nehmen Sie die Rolltreppe zum Bahnsteig Ü1 Rotkreuzplatz / U2 Feldmoching und fahren mit der Line U2 eine Haltestelle bis zum Königsplatz.
- Benutzen Sie den Ausgang "Glyptothek", welche Sie als großes Gebäude vor Ihnen sehen. Überqueren Sie die Straße und gehen rechts davon in den Park.
- Nun können Sie ein Gebäude mit vielen Fenstern sehen, die Mensa der TUM.
- Wenn Sie rechts in die Arcisstraße gehen, befinden Sie sich direkt vor dem Hauptgebäude der Technischen Universität München.

Anfahrt mit dem Auto

Es ist nicht sehr empfehlenswert mit dem Auto nach München zu kommen, gerade in der Innenstadt stehen nur sehr wenige Parkmöglichkeiten zur Verfügung.

Falls Sie dennoch mit dem Auto anreisen, bedenken Sie, daß Sie im Berufsverkehr mit ca. eine Stunde Fahrzeit vom Stadtrand bis zur Innenstadt rechnen müssen.

Anfahrt von der Autobahn A8 (Salzburg)

- Die Autobahn A8 endet in München Ramersdorf.
- An der ersten Ampel biegen Sie rechts in die Querstraße ab, Sie befinden sich nun auf dem Mittleren Ring.
- Folgen Sie nun der Straße bis Sie zwei kurze Tunnel durchfahren haben.
- Danach folgen zwei dicht aufeinanderfolgende Kreuzungen, überqueren Sie die erste und biegen an der zweiten links ab.
- Sie befinden Sie nun am Autobahnende A94 (Passau).

Anfahrt von der Autobahn A94 (Passau)

- Am Ende der Autobahn (München Steinhausen) müssen Sie auf der rechten Spur bleiben (fahren Sie nicht auf die Brücke).
- Folgen Sie der Straße bis Sie nach einiger Zeit einen Berg herunterfahren und den Fluß Isar"überqueren.
- Nach der dritten Ampel führen die beiden linken Fahrspuren in einen Tunnel. Fahren Sie hinein und folgen weiter der Straße.
- Biegen Sie an der zweiten Ampel links ab, nach weiteren zwei Ampeln wieder links.
- Sie sind nun in der Arcisstraße, welche Sie auf der Umgebungskarte sehen können.

Anfahrt von der Autobahn A96 (Lindau) / A95 (Garmisch)

- Biegen Sie am Ende der Autobahn links ab, Sie befinden sich nun auf dem Mittleren Ring.
- Folgen Sie einige Kilometer der Straße bis Sie zu einer großen Brücke kommen, unter der zahlreiche Bahngleise hindurchführen.
- Am Ende der Brücke ordnen Sie sich in die rechte Fahrspur ein und biegen an der Ampel rechts in die Nymphenburger Straße ab.
- Nach einiger Zeit erreichen Sie einen großen Platz, der von Gebäuden im griechischen Stil umgeben ist. Wenn Sie an der nächsten Kreuzung links abbiegen, befinden Sie sich direkt vor TUM.

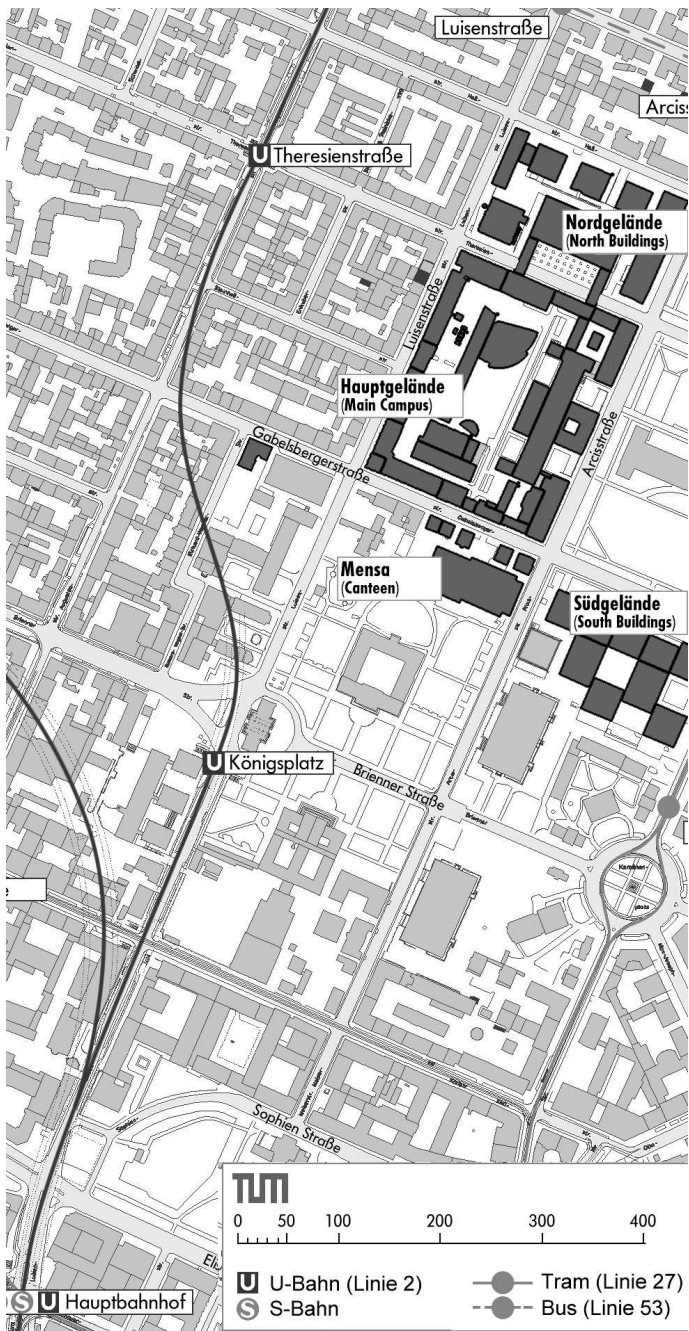
Anfahrt von der Autobahn A8 (Stuttgart)

- Die Autobahn A8 endet in München West. Folgen Sie von dort aus der Beschilderung in Richtung Hauptbahnhof.
- Folgen Sie der Straße, die der Autobahn folgt, bis Sie den Romanplatz erreichen, wo die Straße durch ein Haus geteilt ist.
- Biegen Sie nun an der Ampel links ab, wo Sie nach kurzer Zeit eine Brücke erreichen unter der zahlreiche Bahngleise verlaufen.
- An der nächsten Ampel biegen Sie links ab, fahren unter der Brücke durch und biegen an der nächsten Kreuzung nach rechts in die Nymphenburger Straße ab.
- Nach einiger Zeit erreichen Sie einen großen Platz, der von Gebäuden im griechischen Stil umgeben ist. Wenn Sie an der nächsten Kreuzung links abbiegen befinden Sie sich direkt vor TUM.

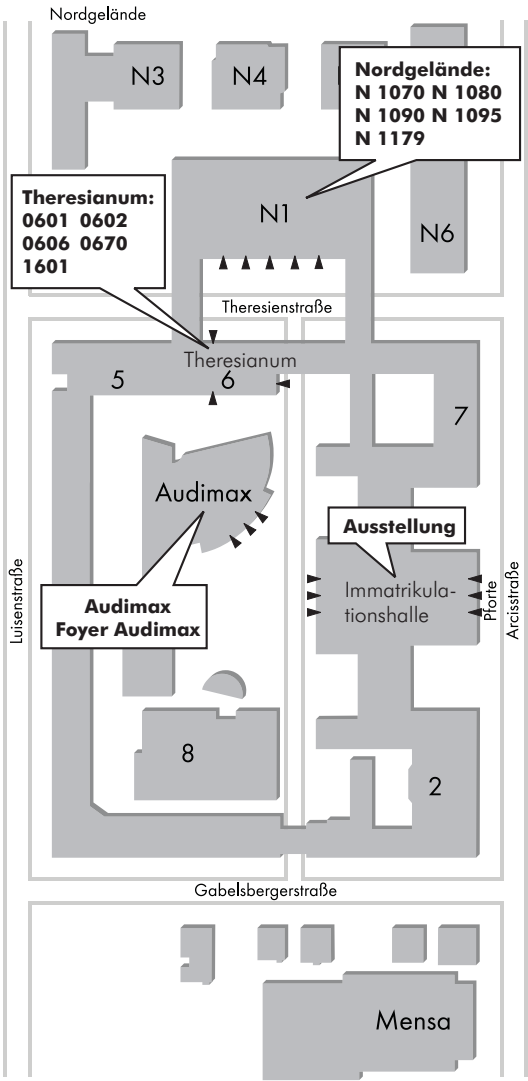
Anfahrt von der Autobahn A9 (Nürnberg)

- Am Autobahnende (München Schwabing) bleiben Sie auf der rechten Spur und nehmen die Ausfahrt Mittlerer Ring West.
- An der nächsten Ampel biegen Sie links in die Leopoldstraße ein.
- Nach einiger Zeit erreichen Sie das "Siegestor", welches in der Mitte der Straße steht.
- Biegen Sie an der dritten Ampel rechts in die Theresienstraße ab.
- Bleiben Sie auf der Straße bis Sie auf der linken Seite ein großes braunes Gebäude sehen.
- Nun biegen Sie links in die Arcisstraße ab, welche Sie auf der Umgebungskarte sehen können.

Lage der TU München in der Innenstadt von München



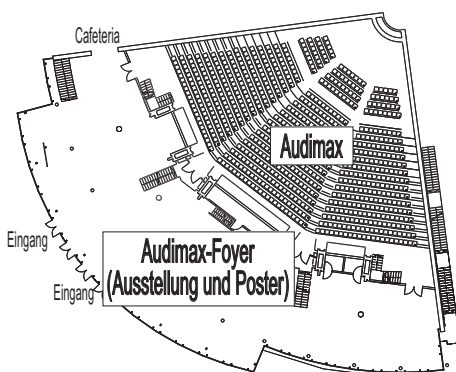
Lage der Hörsäle am Gelände der TU München



Audimax



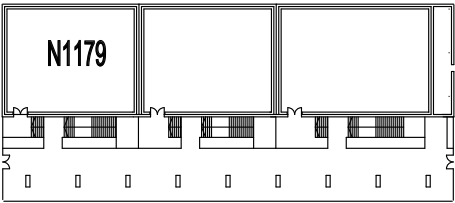
Erdgeschoß:



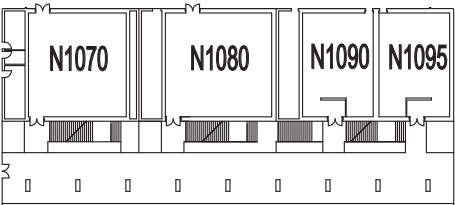
Nordbau



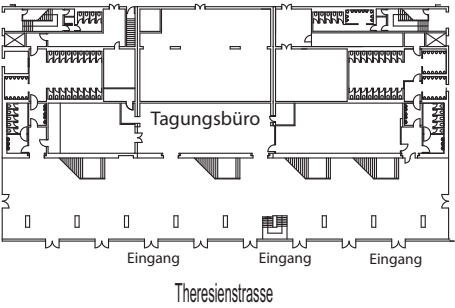
1. Obergeschoß:



Zwischengeschoß:



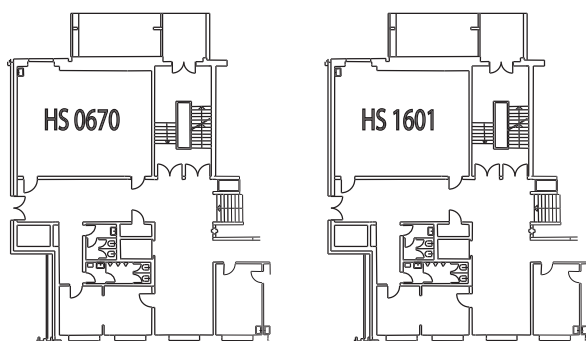
Erdgeschoß:



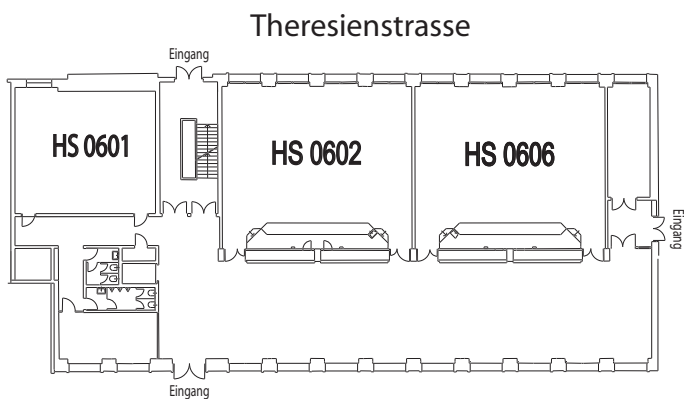
Theresianum



Zwischen- und 1. Obergeschoß



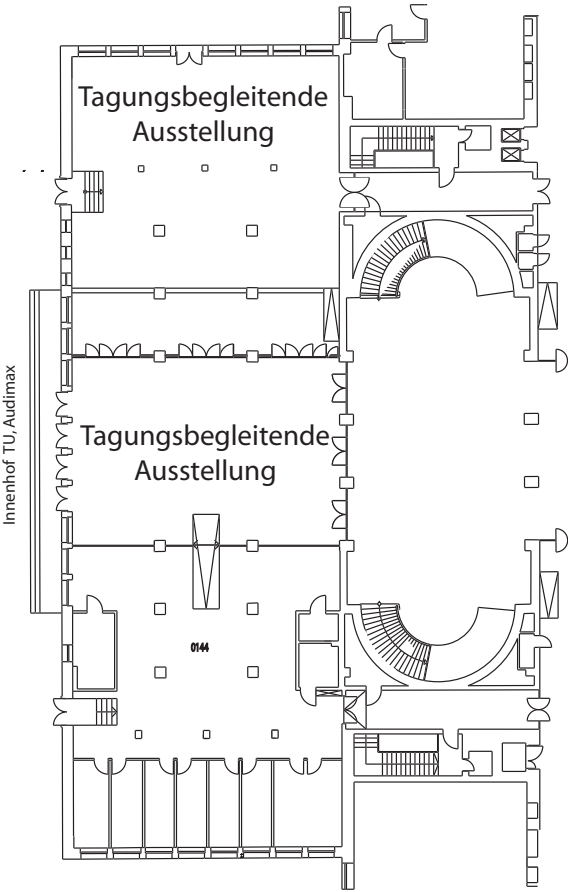
Erdgeschoß



Immatrikulationshalle



Grundriss:



Verzeichnis der Autoren

Achilles, S.	262	Becker, Stefan	264
Ackermann, U.	284	Bee, M.	225
Alber, T.	118	Behler, G.	163, 275
Alonso, D.	220	Behr, T.	272, 273
Althoff, F.	218	Behr, W.	305
Altreuther, B.	77	Behrens, T.	182
Anderssohn, R.	59	Bellmann, M.	221, 226
Anstätt, A.	98, 170	Bengler, K.	28
Antes, H.	200	Bergweiler, S.	161, 271
Anweiler, A.-K.	107	Berthommier, F.	216
Arenas, J.	132	Betz, E.	77
Arnold, W.	176, 179	Bietz, H.	184
Assenmacher, I.	213	Billeter, P.	313
Attenberger, A.	76	Birkholz, P.	42
Baalman, M.	90	Bisping, R.	167, 222
Back, T.	101	Blauert, J.	26, 275
Bahr, L.	310	Bless, M.	198
Balmer, M.	158	Blum, F.	289
Balogh, K.	201, 202	Blum, R.	43
Bangert, C.	103	Bodden, M.	93, 94
Bardeli, R.	237	Bögli, H.	158
Barsikow, B.	209	Böhm, A.	80
Bartolomaeus, W.	156	Böhm, W.	84
Basner, M.	250	Böhnke, F.	179
Bastian, J.	221, 221	Bonafonte, A.	299
Batke, J.-M.	127	Boonen, R.	69
Bauer, M.	262, 266	Boretzki, M.	47
Bauers, R.	52	Borisyuk, A.	267
Baumann, A.	112	Bork, I.	277
Baumann, I.	232	Borsch-Galetke, E. .	231, 232,
Baumann, U.	46, 179		233, 285
Baumgart, J.	59	Bozzolo, D.	74
Baumgartner, M.	87	Bräcker, T.	182
Beaugeant, C.	298	Brand, J.-F.	100
Beckenbauer, T.	77	Brandl, W.	305
Becker, B.	181	Breithaupt, C.	133
Becker, J.	291	Bretz, N.	242
Becker, K.	165	Brick, H.	61
Becker, Stefan	263	Brink, M.	250

Brinkmann, H.	231, 285	Emiroglu, S.	315
Brix, S.	89	Emrich, F.	183
Brühl, S.	63	Engel, J.	122
Buchholz, U.	288	Enghardt, L.	30, 205
Buchta, E.	203	Ernst, S.	223
Bühler, S.	304	Escobar, M.	264
Bukreeva, O.	111	Evert, F.	35
Burkhart, C.	255	Ewert, S.	224, 226
Busch, H.	85	Fastl, H.	25, 108, 153
Buss, S.	223	Fedtke, T.	171
Carlé, M.	316	Fehse, K.-R.	130
Carr, C.	125	Fein, O.	291
Castor, Frank	166	Fels, J.	101
Castor, Frank	34	Felscher-Suhr, U.	152
Chalupper, J.	46	Feneberg, G.	301
Choisel, S.	314	Fichtel, C.	279
Clasen, D.	188	Fiebig, A.	198
Clausen, M. ...	237, 126, 127	Fiederer, D.	86
Cousin, P.	73	Fiedler, J.	312
Curdes, Y.	174	Fingerhuth, S.	312
Dahlmeier, K.	38	Fingscheidt, T.	136, 298
Dau, T.	224	Fink, G.	136
De Doncker, R.W.	312	Fischer, F.	313
De La Cruz Gutiérrez, J.P.	219	Fischer, H.-M. .	117, 118, 254, 254, 189
De Vries, D.	89	Fischer, H.	110
Degen, K.	305	Fischer, Martin	265
Delfs, J.	260	Fischer, Matthias	62
Dellea, N.	74	Fischer, Matthias	61
Diehl, R.	209	Fischer, Michael	259, 308
Dietrich-Radt, T.	131	Fleischer, H.	267
Disch, S.	129	Flötke, H.	80
Dörries, B.	283	Foeller, E.	126
Draxler, Christoph	112	Foken, W.	140
Draxler, Christoph	300	Förster, L.	285
Drechsler, A.	254	Franck, A.	57, 276
Drepper, F.	295	Frank, C.	296
Durst, Franz	263	Frauwallner, J.	75
Durst, Franz	264	Fredelake, S.	43
Duxans, H.	299	Freese, N.	232
Eberle, W.	237	Frid, A.	302
Ederer, H.-J.	155	Fröhlich, M.	45
Eggenschwiler, K.	276	Frommolt, K.-H.	237, 316
Eichner, M.	138		

Fruhmann, M.	191	Hecht, K.	154, 154
Fuchs, S.	37, 38	Hecht, M.	227, 301
Fürst, P.	84	Heck, P.	39, 169
Gabriel, B.	48	Heckmann, M.	96, 216
Gaul, L.	60, 61, 62, 289, 291	Heiland, D.	290
Geers, R.	166	Heinrichs, R.	93, 94
Geißler, P.	86	Heinz, G.	65
Gelbart, D.	95	Heiß, A.	82, 281
Gembler, R.	232	Hellbrück, Jürgen	146
Genuit, K.	197, 198	Hellbrück, Jürgen	25, 151
Gerhard-Multhaupt, R. . .	161, 271	Hellmig, M.	209
Gerlach, A.	308	Hemmert, W.	95, 299
Gerner, C.	55	Henning, B.	236, 245
Gerretsen, E.	257	Hepke, G.	263
Gewalt, M.	79	Herre, J.	129
Gibbs, B.	117, 118, 254	Heß, W.	275
Gierlich, H.W.	71, 73	Hessinger, J.	255
Giesler, J.	132	Hettler, S.	257
Goenechea, E.	32	Heusler, I.	188
Goertz, A.	103	Heute, U.	72
Goossens, S.	215	Heutschi, K.	74
Graf-Müller, H.	284	Hilge, Catja	182
Greven, L.	208	Hilge, Catja	293
Grimm, M.	297	Hilger, F.	105
Großmann, C.	59	Hillenbrand, J.	161
Grundmann, R.	269	Hintzsche, M.	78
Grützmacher, V.	79, 80	Hirsch, K.-W.	155, 203
Guimarães, J.	132	Hoch, S.	218
Guitarte Pérez, J.F.	218	Hoege, H.	299
Gulsch, M.	245	Hofbauer, U.	232
Haal, M.	165	Hoffmann, R.	138
Hacker, C.	133	Hohenner, S.	136
Haderlein, T.	94	Hohmann, V.	48, 294
Hafer, E.	178	Höldrich, R.	88
Hahn, C.	263	Holmberg, M.	95, 299
Haltenorth, I.	119	Holschneider, M.	271
Hampel, S.	200	Holtz, F.	255
Hansen, H.	165	Holube, I.	43
Hansen, M.	43	Honda, K.	37
Hantschk, C.-C.	207	Hoole, P.	37, 38
Hardtke, H.-J.	59	Hörning, A.	42
Haubold, J.	45, 45	Houben, D.	39
		Hübelt, J.	109, 156

Huber, M.	154, 154	Kirschinger, C.	307
Hübner, G.	67	Klatte, M.	146, 246
Hudde, H.	172, 173, 173, 174	Klemenz, M.	312
Hummel, C.	69	Klemm, M.	312
Hupfeld, J.	67	Klett, F.	141
Ingold, K.	157, 158	Kling, C.	186
Irfan, A.	264	Klump, G.	225
Irle, H.	251	Knöfel, B.	131, 132
Ivancevic, B.	137	Kob, M.	39, 41, 169
Jackèl, D.	42	Koch, C.	242
Jäger, S.	211	Koch, M.	199
Jakob, André	252	Koch, U.	124
Jakob, Andre ..	31, 52, 56, 56	Köhler, K.	245
Jambrosic, K.	137	Kohlrausch, A.	27
Janardhanan, D.	72	Kohrs, T.	130
Janke, G.	235, 171	Kollmeier, B.	175, 315
Jänsch, K.	300	Költzsch, P.	61, 266
Jax, P.	71	König, F.	102, 247
Jebasinski, R.	34	Kornow, O.	205
Jekosch, U.	97	Kostmann, C.	109
Jenderka, K.-V.	242	Kowalczyk, K.	33
Jöst, R.	91	Krahé, D.	53, 143
Joublin, F.	96	Krahl, A.	103
Jung, C.	243	Krämer, P.	187, 282
Junge, M.	62	Krebber, J.	97, 97
Jürgens, R.	301	Kröger, B.	39, 41
Kalinichev, M.	111	Kröniger, D.	244
Kalivoda, M.	75	Kropp, W.	114
Kaltenbacher, M. ...	242, 263, 264, 309, 310	Kroschel, K.	216, 297
Kammer, K.	158	Krüger, F.	211
Kappellmann, M.	229	Krüger, J.	34, 166
Karkosch, H.J.	33	Krumbholz, K.	195
Kaschura, D.	179	Krump, G.	239
Kasper, K.	312	Kruse, R.	223
Kellert, T.	98	Kubicek, R.	285
Kemmather, D.	280	Kubo, N.	164
Kerber, S.	108	Kuhl, S.	101
Kettler, F.	71, 73	Kuhn, C.	88
Kettlitz, M.	266	Kühne, M.	138
Kiefer, J.	179	Kühne, R.	76
Kiesel, A.	170	Kühnelt, H.	270
Kinkel, M.	47	Kuhnen, K.	31
		Künzel, K.	292, 312

Kurth, F.	237, 126, 127	Märtens, C.	144
Kurz, R.	118	Martin, H.	257
Kurz, T.	241, 244	Martin, R.	133
Kurze, U.	209	Martinez, S.	82
Lacroix, A.	295	Martner, O.	92, 93
Lamm, K.	176	Maschke, C.	154, 154
Lammers, V.	182	Mauch, U.	307
Lang, M.	128, 139	Mauermann, M.	175
Lange, M.	52	Mayr, A.	256
Langer, S.	188, 200	Mckinney, M.	229
Lauterborn, W. .	241, 244, 245	Mehra, S.-R.	140
Lechner, C.	68	Meier, A.	120
Leckschat, D.	87	Meinel, E.	269
Leistner, P.	145, 258	Meis, M.	181, 182, 246
Lemke, O.	49	Meistring, P.	253
Lentz, T.	212, 213, 216	Melchior, F.	89
Lerch, Reinhard	242, 263, 264, 309, 310	Mellert, V.	164
Letens, U.	165, 169	Meloni, T.	313
Leth, S.	302	Mercier, S.	274
Liebing, R.	167	Merimaa, J.	275
Liebl, A.	151	Meschke, J.	164
Liegl, R.	188, 280	Metkemeijer, R.	274
Liepert, M.	153, 210	Metten, B.	241
Lievens, M.	41	Mettin, R.	245
Lippmann, M.	65	Metzen, H.A.	159
Lippold, R.	35	Meyer, R.	294
Litjens, S.	149	Michaelis, C.	176
Lleida Solano, E.	218	Mick, K.	93
Loeppert, P.	162	Mishima, J.	269
Lorenz, K.-H.	274	Moeser, C.	63
Lukas, L.	218	Möhler, Ulrich .	152, 153, 210, 280
Lütkenhöner, B.	195	Möhler, Ulrich	151
Lützen, M.	182	Mohr, C.	98, 170
Machner, Rainer	182	Mohr, J.	234
Machner, Rainer	276	Moldrzyk, C.	216
Maess, M.	60, 62, 291	Möller, S.	71
Maier, A.	133	Mommertz, E.	148, 279
Makarski, M.	163	Mooshammer, C.	40
Manley, G.	239	Moravec, O.	108
Marburg, S.	59, 59, 276	Möser, M.	49, 52, 56, 56, 252
Marienfeld, P.M.	33	Mueller, U.	249
Markiewicz, M.	63	Mühe, K.-P.	147

Mühlhan, M.	182	Petersen, S.	58
Müller, A.	182	Petersson, B.	130, 288
Müller, G.	115	Pfitzinger, H.	104
Müller, Meinard	127	Piechowiak, T.	224
Müller, Michael	172	Piening, A.	120
Müller, Reinhard	285	Piorr, D.	81, 160
Müller, Rolf	309	Piscoya, R.	61
Müller-Wehlau, M.	175	Pittelkau, A.	201
Murano, E.	37	Plank, T.	106
Muth, T.	232, 233	Pompetzki, W.	81
Naßhan, K.	142	Prager, J.	288
Neise, Wolfgang	50	Prestele, G.	314
Neise, Wolfgang	49	Probst, W.	279
Nentwich, F.	99, 168, 306	Qiu, Q.	37
Nettelbeck, C.	81	Quehl, J.	250
Neuhaus, L.	50	Raabe, M.	66
Neuschaefer-Rube, C.	39, 41, 41	Raake, A.	71
Ney, H.	105	Rabenstein, R.	90
Niemann, H.	154, 154	Rabold, A.	235, 255
Nightingale, T.	256	Raida, H.-J.	92
Nijssen, H.	103	Ramacher, U.	299
Nix, J.	294	Rank, E.	235
Nobbe, A.	193	Rasp, G.	179
Nocke, Christian	293	Ratschko, D.	70
Nocke, Christian	181, 182	Rautenberg, J.	236
Nordahn, M.	44	Reimann, H.-P.	311
Nöth, E.	94, 133, 296	Reinhold, J.	273
Oberdörster, M.	148	Richter, D.	65
Oberfeld, D.	106	Richter, U.	171
Ochmann, M.	61	Rickes, O.	144
Ochs, T.	268	Riegel, M.	79
Onnich, H.	207	Rigoll, G. ..	28, 104, 128, 135, 139
Orrenius, U.	302	Röder, T.	126, 127
Ortscheid, J.	78	Rogge, K.	253
Otcenasek, Z.	109	Rohdenburg, T.	48
Pape, D.	37	Rohrseitz, K.	46
Pascher, I.	289	Römer, B.	98
Patterson, R.D.	191, 195	Rometsch, R.	250
Pegam, R.	97	Röseler, H.	140
Peiffer, A.	63	Rosenberger, F.	73
Pellegrini, R.	88	Rössel, R.	54
Peremans, H.	309	Rothhämel, J.	235, 171

Rupp, A.	194, 194	Scholl, Werner	184
Rytchagov, M.	111	Scholz, D.	235
Sabanca, M.	260	Scholz, R.	314
Sachau, D.	54, 55	Schorer, E.	207
Sagemühl, D.	206, 227	Schreckenber, D. ..	152, 153
Salz, D.	227	Schröder, D.	212
San Martin Murugarren, R. ...	275	Schröder, E. ...	116, 278, 279
Sánchez, M.	217	Schröder, H.	119
Sarradj, E.	131, 286, 287	Schröter, S.	312
Saß, B.	185	Schuller, B.	104, 128, 139
Sas, P.	69	Schulte-Fortkamp, B.	198, 199, 227
Savariaux, C.	216	Schultz-Amling, R.	43
Schaffner, M.-H.	158	Schulz, D.	292, 312
Schanda, U.	253	Schulz, J.	30, 49
Schanz, D.	241	Schulze, A.	259
Schanz, M.	188	Schulze, Christian	286
Scheck, J.	254, 254	Schulze, Christian	287
Scheler, R.	176	Schumacher, R.	185
Schenk, T.	198	Schümer, R.	153
Scherrer, J.-M.	293	Schuster, M.	94
Schick, A.	246	Schutte, H.K.	37
Schierz, C.	250	Schwinn, O.	180
Schimpf, O.	235, 171	Seeber, B.	178
Schirmacher, R.	35	Seidel, J.	145
Schirmer, W.	290	Seidler, H.	113
Schlittmeier, S.	248	Seither-Preisler, A.	195
Schmalfuß, G.	45, 45	Sellerbeck, P.	81
Schmelzer, M.	185	Sessler, G.	161
Schmid, C.	299	Setiawan, P.	136
Schmid, H.	156	Seuberth, D.	90
Schmidt, L.	227	Siegemund, A.	292
Schmidt, Sebastian	173	Siegert, M.	41
Schmidt, Sonja	112	Siegmund, S. ..	231, 232, 285
Schmitz, Alfred	121	Siegmund, K.	231, 232
Schmitz, Alfred	144	Silge, B.	182
Schneeberg, J.	40	Silzle, A.	212
Schneider, M.	189	Skowronek, J.	229
Schneider, S.	59, 276	Smolders, J.	123
Schnell, K.	295	Sobotta, R.	243
Schnelle, F.	118	Sontacchi, A.	88
Schoenwald, S.	257	Sorge, W.	121
Scholl, Werner	116	Späh, M.	117

Spehr, C.	51	Veitinger, A.	102
Spors, S.	90	Veres, E.	149
Stadermann, J.	135	Verhey, Jesko	107
Stan, S.	136	Verhey, Jesko	223
Staudacher, M.	242	Vetesnik, A.	37
Steffen, A.	112	Vogelsang, B.	196, 280
Steffens, T.	177	Völker, E.J.	308
Stegemann, B.	302	Völl, S.	71, 73
Steidl, S.	94, 133	Volz, R.	252
Stein, A.	192	Von Estorff, O. ...	58, 63, 259
Steinhoff, H.-J.	176	Von Heesen, W.	307
Stemplinger, I.	46, 179	Von Karstedt, W.-C.	63
Stepanek, J.	108, 109	Vorländer, M. ..	275, 276, 312
Stephani, G.	109	Vos, De, P.	306
Stephenson, U.	214	Wallhoff, F.	104
Stiebel, D.	305	Wasko, M.	259
Stöckel, A.	181	Weber, L.	234, 145, 190
Stoffers, J.	41	Weber, R.	164, 165, 167, 221, 223
Storr, J.	230	Wegener, M.	161
Straßen, W.	206	Wegner, M.	146
Strasser, H.	251	Weinzierl, S.	216
Streicher, A.	309	Weiß, D.	56
Stumpner, R.	214, 215	Weißenberger, W.	77
Suendermann, D. ...	298, 299	Weiss, C.	219
Suhadi, S.	298	Weith, W.	130
Sukowski, H.	246	Wellner, F.	156
Svaricek, F.	33	Wempe, W.	182
Sydow, C.	73	Wende, H.	78
Tacke, C.	64	Wendemuth, A.	134
Taesch, C.	109	Werner, S.	138
Tapken, U.	30	Wickelmaier, F.	314
Taschke, H.	173, 174	Wiegrebe, L.	192
Tchorz, J.	47	Wiemers, M.	303
Teller, P.	234	Wieringer, R.	280, 314
Tennhardt, Hans-Peter ...	273	Wilde, Andreas	261
Tennhardt, Hans-Peter ...	272	Wilde, Andreas	262
Teuber, W.	308	Wilken, T.	244
Thaden, R.	248	Wilkens, V.	311
Thomas, C.	292	Windelberg, D.	150
Tiesler, G.	143, 148	Winkler, Helgo	272
Trimpop, M.	204, 203	Winkler, Helgo	273
Uppenkamp, S.	194, 194	Wirth, K.	250
Valbuena, A.	83		

Witew, I.	275, 276	Zeibig, Andreas	65, 262, 266,
Witing, A.	266		287, 286
Wittek, G.	288	Zerbs, C.	92, 93, 289
Wittek, H.	108, 87	Ziegenhals, G.	272
Wittstock, V.	186	Ziemann, A.	201, 202
Wogram, K.	270	Zinserling, B.	162
Wolff, Matthias	138	Zschernig, S.	271
Wolff, Michael	56, 56	Zucchini, M.	265
Wolter, S.	182	Zwicker, D.	307
Zangers, J.	203		

DAGA'05 – Anmeldung zur Teilnahme ohne Vortrag

Bitte pro teilnehmender Person ein gesondertes Formular verwenden.

☐ Privatadresse

☐ Dienstadresse

Titel, Vorname, Name: _____

Anschrift: _____

Tagungsgebühr

Zutreffende Gruppe gemäß Tabelle auf Seite 22 wählen und hier ankreuzen:

Gruppe: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8

Früh-/Spätbucher: ☐ früh ☐ spät

Tagungsgebühr: _____ EURO

Zahlungsweise

Zutreffendes bitte ankreuzen:

- ☐ Ich ermächtige die DEGA e.V., den von mir zu entrichtenden Beitrag zur DAGA'03 zu Lasten meines Kontos

Konto-Nummer: _____

bei: _____ Bankleitzahl: _____

mittels Lastschrift einzuziehen.

- ☐ Ich überweise den Beitrag auf das Konto:

DAGA'05 Konto-Nr.: 1083720105

Oldenburgische Landesbank, BLZ 280 200 50

Kontoinhaberin: DEGA e.V.

Bitte geben Sie auf dem Überweisungsträger unbedingt an, für welche Person die Anmeldung gilt.

- ☐ Ausland: Zahlung per Kreditkarte: (Zahlungen aus dem Inland bitte per Einzugsermächtigung)

☐ Eurocard/Mastercard

☐ Visa/JCB

☐ American Express

Karten-Nummer: _____

Verfallsdatum: _____

Karteninhaber: _____

Unterschrift: _____

Senden Sie bitte das ausgefüllte Formular an

DEGA e.V., Geschäftsstelle

Dipl.-Ing. Martin Klemenz

c/o Institut für Technische Akustik

Technische Universität Berlin

Einsteinufer 25

10587 Berlin

Fax: +49 (0)30 314-25135