

DAGA'03

18.-20. MÄRZ 2003
IN AACHEN



PROGRAMMHEFT
PROGRAM

Impressum:

DAGA'03 - Programmheft

DEGA e.V. - Geschäftsstelle

Dr. Christian Nocke

c/o Universität Oldenburg

Physik - Akustik

D-26111 Oldenburg

www.dega-akustik.de

Kontakttelefon während der Tagung:

+49 (0)241 80 90920

Fax während der Tagung:

+49 (0)241 80 90924

Druck: Isensee Verlag, Oldenburg

Satzsystem: L^AT_EX 2_ε

Inhaltsverzeichnis / Table of contents

Vorkolloquien (Pre-Colloquia)

EAA Symposium - Building acoustics quality	3
DAGA-Vorkolloquium - Elektroakustik und Beschallung	4

Zeitpläne (Time schedules)	5
---	---

DAGA'03 – Infos

Grußwort der Tagungsleitung	12
Hinweise zur Tagung	15
Hinweise für Autoren von Vorträgen	23
Hinweise zu den Manuskripten	24
Hinweise zur Präsentation von Postern	25
Welcome Address	27
General Information	30
Guidelines for Oral Presentations	38
Guidelines for Preparation of Manuscripts	39
Guidelines for the Presentation of Posters	40

Tagungsablauf - Sitzungsübersicht (Course of meeting)

Eröffnung der DAGA'03, Preisverleihungen und -vorträge	42
--	----

Plenarvorträge (Plenary lectures)	42
--	----

Fachvorträge am Dienstag (Paper Sessions Tuesday)

Bauakustik	55
Elektroakustik	97
Fahrzeugakustik I	111
Fahrzeugakustik II	115
Historie	92
Kavitation I	75
Kavitation II	80
Körperschall	71
Lärm I - Schallabsorption	50
Lehre	101
Musikalische Akustik	104
Musikalische Akustik II	108
Schallschutz	51
Psychoakustik	85
Psychoak. Methoden der Fahrzeugakustik	45
Schallschutz	51
SEA	90
Sprachverarbeitung	57
Sprachkommunikation	61
Sprachsynthese und Stimmschallanalyse	66
Tonhaltigkeit	82

Fachvorträge am Mittwoch (Paper Sessions Wednesday)

Aktive Lärmbekämpfung	167
Bauakustik II	129
FEM / BEM	207
Hydroakustik	135
KFZ Außengeräusche	119
Lärm IV - Ausbreitung	125
Lärm III - Beurteilung	152
Lärm II - Wirkung	147
Messtechnik I	198
Messtechnik II	202
Mikrofonarrays	178
Raumakustik I	137
Raumakustik II	141
Sensorik	157
Tragflügelumströmung	171
Ultraschall	184
Ultraschall in der Medizin	189
Virtuelle Akustik	196

Fachvorträge am Donnerstag (Paper Sessions Thursday)

Akustische Sensorik II	238
Antriebsstrangakustik	248
Audio Coding	245
Audiologische Akustik I	251
Audiologische Akustik II	255
Fahrzeugakustik III	232
Harmonoise	216
Netzwerkcommunication	225
Numerische Verfahren I	268
Numerische Verfahren II	272
Lärm V	242
Lehre in der Akustik	263
Raumakustische Schulgestaltung	220
Schienenfahrzeuge	257
Soundscapes	235
Sprachakustik	228

Workshop Techno	274
----------------------------------	-----

Posterbeiträge (Poster sessions)

Poster Mittwoch	278
Poster Donnerstag	286

Fotos der Tagungsgebäude (Pictures of meeting site)	307
--	-----

Lage- und Anfahrtspläne (Maps of campus and Aachen)	308
--	-----

Index der Autoren (Index of authors)	311
---	-----

Anmeldeformular (Registration Form)	319
--	-----

Monday, 14:00 h to 17:00 h Room FO 2 EAA SYMPOSIUM

EAA SYMPOSIUM

Building acoustics quality

Discussion on goals, strategy and results

A. Schmitz, M. Vorländer

Introductory presentation

Author	Title of contribution
H. Cauberg, Cauberg-Huygen, Raadgevende Ingenieurs BV	Consulting Acoustic Quality

Part 1 – Sound insulation quality

Author	Title of contribution
G. Vermeir, K.U. Leuven, B. Ingelaere, BBRI, Brussels	On the road to new Belgian prescriptions for sound insulation
E.I. Gerretsen, TNO-TPD-TU Delft	Sound insulation quality in Dutch dwell- ings
A. Schmitz, TAC, H.-M. Fischer, FHT Stuttgart	Sound insulation quality in Germany

Part 2 – Façade Sound insulation

Author	Title of contribution
B.H.C. Puts, Cauberg-Huygen, Raadgevende Ingenieurs BV	Quality assurance for large façade sound insulation projects
R. Schumacher, Accon GmbH	Sound insulation of aluminium and timbre façades
P. Mees, Daidalos, Leuven	Consultancy experiences on façade sound insulation

Part 3 – Acoustic Analysis of Insulation Quality

Author	Title of contribution
W. Scholl, PTB	Methods for detecting „sound bridges“
D. de Vries, Technical University of Delft	A new bending wave analysis technique for insulation quality control
D. Pleeck, Acustica2000, Waterloo	An illustration of flanking path detection by sound intensity measurements

Teilnahme frei - no admission fee !

Monday, 14:00 h to 18:00 h Room FO 4

Vorkolloquium

DAGA Vorkolloquium**Elektroakustik und Beschallung**

G. Behler

Teil 1 – Komponenten für Beschallungsanlagen

Autor	Titel des Beitrags
M. Makarski, ITA Aachen	Horn design und Hornoptimierung mittels BEM
S. Alexandrov, BMS - Deutschland	Design eines koaxialen 2"-Druckkammer-treibers
W. Klippel, Klippel GmbH, Dresden	Nichtlineare Modellierung des Wärmeflusses in Lautsprechern
C. Wegner, CAMCO - Deutschland	Endstufen mit höchstem Wirkungsgrad. Moderne Verstärkerschaltungstechnik

Teil 2 – Waveguide- und Line-Array-Technology

Autor	Titel des Beitrags
F. Deffarges, Nexo - France	A waveguide using geometrical properties of conicoids for line array design
D. Hindl, d&b audiotechnik AG, Deutschland	Waveguides für kohärente Wellenfronten
G. Krauss, Dynacord - Deutschland	Kurze Line-Arrays? Ein Widerspruch oder mehr?

Teil 3 – Planung und Ausführung von Beschallungsanlagen

Autor	Titel des Beitrags
A. Goertz, AAC - Aachen	Planung großer Beschallungsanlagen mittels der Computersimulation am Beispiel EASE 4.0
W. Teuber, IAB Oberursel	Audio-Video-Konferenztechnik für Europäische Zentralbank - Anforderungen und Erfahrungen

Teilnahme frei - no admission fee !

Mittwoch (Wednesday), 19.03.2003, Teil 1 / part 1

	Raum FO 1	Raum FO 2	Raum FO 3	Raum FO 4	Raum FO 5	Raum FO 6	Raum FO 7	Raum FO 8	Raum AS	Raum Phil
	KPZ Außengeräusche*	Bauakustik II	Raumakustik I	Lärm II - Wirkung	Sensorik*	Aktive Lärmbekämpfung	Mikrofonarrays*	Ultraschall in der Medizin	Messtechnik I	FEM / BEM*
8:30	Genuit: Neue Aspekte (119)	Thaden: Trittschallquelle (129)	Bork: Dritter Ringvergleich (137)	Probst: Bildschirmabeitsplätze (147)	Fischerauer: Future of SAW (157)	Ohly: Gekipptes Fenster (167)	Simmer: Störgeräuschunterdrückung (178)	Jenderka: Gewebecharakterisierung (189)	Müller: Messmikrophone (198)	von Esorff: Schallabstrahlung (207)
8:55	Krabber: Außen- geräuschqualität (119)	Weise: Fußimpedanz (129)	Stephenson: Teilchenbeugung (137)	Wirth: Flughafen (148)	Wagner: Rheometer (157)	Koh: Schallschirme (167)	Rosca: Source Separation (178)	Hillawsky: Elastographie (189)	Brechbühl: Flugzeugerkennung (199)	Nolte: Strahler-identifikation (208)
9:20	Schulte-Fortkamp: Geräusche Straßenbelag (120)	Möck: Treppen (130)	Stephenson: Pyramidenstrahlen (138)	Werner: EN 50332 (149)	Reindl: OFW-Sensoren (158)	Jakob: Doppelglasfenster (168)	Aichner: Source Separation (179)	Raum: Acoustic Microscopy (190)	Schmidt: Messunsicherheit (200)	Ochmann: Burton-Miller-Methoden (208)
9:45	Schwarz: Binaurale Mestechnik (121)	Alber: Montagetreppen (130)	Blau: TLM-Verfahren (139)	Balmer: Fluglärm (149)	Seifert: Drahtlose Sensoren (159)	Hansen: Antischall (169)	Knaak: Source Separation (179)	Schmitz: Ultraschallwandler (191)	Hirschfeld: Mustererkennung (200)	Brick: BEM- Toolbox (209)
10:10	Patsouras: Ständergeräusche (122)	Bietz: Holzbal- kendecken (131)	Romanenko: Impedance Plane (140)	Fischer: Open Air Konzerte (150)	Hofmann: SAW-Sensorik (160)	Krahé: Feed-forward-System (170)	Baumann: Separation Algorithm (180)	Rosenfeld: Ultraschalldiagnostik (191)	Wittstock: Reflexionsarme Räume (201)	Hommel: Schallstreuung (210)
10:35	Stankewitz: Ge- setzgebung Sound Design (122)	Hessinger: Holz- ständerwände (131)	Leckschat: Surround (140)	Strasser: Vertäubung (150)	Klett: SAW-Resonatoren (160)	Fein: Schwin- gungsreduktion (170)	Buchholz: Rever- berant Environ- ments (181)	Jenne: Tumortherapie (192)	Milz: Hochabsor- bierende Räume (202)	Kropp: Kopplung (210)
11:00	Plenarvortrag 1 (Aula):									
	Gerretsen: Prediction of sound insulation in buildings: a tool to improve the acoustic quality (42)									
	<i>11:45 Uhr bis 13:00 Uhr Mittagspause</i>									

13:00	Plenarvortrag 2 (Aula):
	Zenner: Gehörschäden durch Freizeitlärm (43)

* Strukturierte Sitzung

Mittwoch (Wednesday), 19.03.2003, Teil 2 / part 2

	Raum FO 1	Raum FO 2	Raum FO 3	Raum FO 4	Raum FO 5	Raum FO 6	Raum FO 7	Raum FO 8	Raum AS	Raum Phil	Aula
			Raum-akustik II	Lärm III - Beurteilung		Tragflügelumströmung*			Messtechnik II		Techno*
14:00	Hoffsummer: Auralisation Vorbeifahrgeräusch (123)	Kurz: DIN 4109 Teil 10 (132)	Moldrzyk: Entwurfsmethodik (141)	Köster: Impulszuschlag (152)	Dierkes: Feuchtesensor (161)	Delfs: SWING Übersicht (171)	Kollmeier: Quellentrennung (181)	Koch: Chirurgiegeräte (193)	Bühn: Primary Calibration (202)	Hübelt: Poröser Asphalt (211)	
14:25	Notbohm: Psychophysiologische Bewertung (123)	Späth: Technische Installationen (133)	Hess: Binaurale Aktivitätsmuster (142)	Donner: Beurteilungsspiegel (152)	Rapp: Gas Detection (162)	Guidati: SWING (172)	Gerlach: Schallquellenortung (182)	Riedlinger: Therapeutischer Ultraschall (194)	Ginn: LD Vibrometry (203)	Bös: Optimierung (212)	
14:50	Gärtner: Geräuschqualität (124)	Nalhan: Schallbrücken (133)	Lorenz: Publikuum (142)	Straßen: Schallleistungsbestimmung (153)	Müller: NO ₂ -Sensorik (163)	Bauer: Aeroakustik (173)	Bitzer: Beamformer (183)	Dreyer: Fokussierende Schall-sender (195)	Fedtke: Kuscheltiere (203)	Langer: Schalldämmprobleme (212)	
15:15	Bisping: Leiser Verkehr (125)	Wittstock: Meteorologische Bedingungen (134)	Kettler: Packet Loss Concealment (143)	Pause	Dickert: Anwendungen Moleküle / Zellen (163)	Bonsyuk: Sound Prediction (173)	Kühmcke: Akustische Sensoren (184)	Lieber: FDTD Algorithmus (196)	Stimmemann: Impedanzmessungen (203)	Bartsch: FE-Rechenkerne (213)	
15:40	Pause	Schnelle: Überströmelemente (135)	Witew: Seitenschallmessung (143)	Krapf: Rechenmethoden (154)	Dahint: Immunreaktion (164)	Ewert: Hinterkantenlärm (174)	Kristen: Flüssigkeitschallfelder (184)	Pause	Dietrich: Kundsches Rohr (204)	Pause	

* Strukturierte Sitzung

Donnerstag (Thursday), 20.03.2003, Teil 1 / part 1

	Raum FO 1	Raum FO 2	Raum FO 3	Raum FO 4	Raum FO 5	Raum FO 6	Raum FO 7	Raum FO 8	Raum AS	Raum Phil
	Harmonoise	Raumaku. Schulgestaltung*	Netzwerk-kommunikation*	Fahrzeug-akustik III	Akustische Sensorik II	Audio Coding *	Audiologische Akustik I	Schienen-fahrzeuge	Lehre in der Akustik	FEM / BEM
8:30	Kurze: Schallausbreitung im Freien (216)	Tennhardt: Normung (220)	Ludwig: Speech Quality (225)	Krüger: Schalldämpfer (232)	Hirse Korn: Bimorphe Wandler (238)	Brandenburg: Perceptual Coding (245)	Kleber: Hörschwel-lenmessung (251)	Wäroquer: Geräusch-minderung mit SEA (257)	Klett: Web-basierte Lehre (263)	Schwarz-Röhr: Hommsches Auge (268)
8:55	de Voss: Rechen-programm (216)	Nocke: Aurali-sierung & subj. Bewertung (221)	Raake: Network Distortions (226)	Haverkamp: Schalldämmung (232)	Grill: Ultra-schallmikroskpie (239)	Dietz: Spectral-Band-Replication (245)	Fels: Kinderkunstkopf (252)	Holzer: Schallemission (258)	Kordon: Multi-mediale Lehr-module (264)	Waubke: Rück-transformation (268)
9:20	Jonasson: Modellierung Road Vehicles (217)	Meis: Subjektive Bewertung (221)	Berger: Quali-tätsmessver-fahren (227)	Kropp: Reifenlärm (233)	Földner: Silizi-ummikrofone (239)	Faller: Binaural Cue Coding (246)	Bogler: Zeitauflösung (252)	Krüger: Korrekturwerte (258)	Hojan: Lehre in Polen (264)	Döhle: CW-Wellenfelder (269)
9:45	Beter: Schienenverkehr (217)	Tiesler: Lärm in Schulen (222)	Kettler: Voice over IP (228)	Mohr: PKW-Getriebe (233)	Weistenhöfer: Si-liziummikrofone (240)	Schuijers: High Quality Audio (246)	Fruhmann: Innen-ohrschwerhörig-keit (253)	Stradmann: Noise-Manage-ment (259)	Kob: Beamer und Internet (265)	Ranostaj: Schall-ausbreitung (270)
10:10	Heimann: Klimatologische Bedingungen (218)	Busch: Sanierung (222)	Möller: Dialogsysteme (228)	Saemann: Äquivalente Schallquellen (234)	Streicher: Fleder-mauskunstkopf (241)	Zoia: Room Models (247)	Reuter: OAE-Recovery (253)	Asmussen: Rollgeräusch (260)	Goydke: Archi-tekturstudium (265)	Sarradi: Randin-tegralmethode (270)
10:35	de Roo: Reference Model (218)	Eggenschwiler: Beschallungs-anlagen (223)	Uhlrich: Mehrmikrofon-anordnung (229)	Pfaffelhuber: Mikroperforierte Absorber (235)	Dehe: Silizium-mikrofone (242)	Gold: System-Motor-Getriebe (248)	Chalupper: Hör-verlustsimulation (254)	Thrane: Wheel-Roughness (260)	Kleiner: Auralization (229)	Volz: Randwert-problem (271)
11:00	Plenarvortrag 3 (Aula):									
	Beckenbauer: Reifen-Fahrbahn-Geräusche: Minderungspotentiale der Straßenoberfläche (43)									
11:45	Plenarvortrag 4 (Aula):									
	Petersson: Körperschallquellencharakterisierung (44)									

12:30 Uhr bis 14:30 Uhr Mittagspause / DEGA FA-Sitzungen

* Strukturierte Sitzung

Donnerstag (Thursday), 20.03.2003, Teil 2 / part 2

	Raum FO 1	Raum FO 2	Raum FO 3	Raum FO 4 <i>Soundscapes*</i>	Raum FO 5 <i>Lärm V</i>	Raum FO 6	Raum FO 7 <i>Audiologische Akustik II</i>	Raum FO 8	Raum AS	Raum Phil
										Numerische Verfahren II
14:30	Kühner: Langzeitmessungen (219)	Ruhe: Hörwinkel (223)	Raake: Smart-Home-Systeme (229)	Hüttenmoser: Luftverkehr (235)	Matuschek: Schallimmissionsprogramme (242)	Beckmann: Schwingungsverhalten (249)	Döring: Störschallreduktion (255)	Beuving: Schienenverkehrslärm (261)	Röseler: Lärmprogramm (266)	Balazs: Phasenanalyse (272)
14:55	Leeuwen: Engineering Model (220)	Bormann: Hörminderung (224)	Linhard: In-Vehicle-Dialog (230)	Oliva: Fluglärm (236)	Blumrich: Turbulente Atmosphäre (243)	Küpper: Drehschwingungsdynamik (249)	Laback: BMLD for Speech (255)	Kalivoda: Eisenbahnverkehr (261)	Ranostaj: Rohrakustik (267)	Thomas: Schallabsorber (272)
15:20	Diskussion Harmonoise	Nabuco: Brazilian Schools (225)	Portele: Sprachdialogsysteme (230)	Hereth: Geschichte (236)	Probst: EU-Umgebungsrichtlinie (243)	Mors: Getriebe-geräusche (250)	Seeber: Bilaterale CI (256)	Omnick: Schall 03 / Akustik 04 (262)		Rychagov: Elastographic Problem (273)
15:45			Beringer: Spontansprache (231)	Notbohm: Straßenverkehr (237)	Carolus: Axialventilator (244)	Haas: Aggregat-lagerung (251)	Peters: Vielkanal-dynamik-kompression (257)			Didenkulov: Sound attenuation in media (274)
16:15 Abschlussveranstaltung und DEGA-Mitgliederversammlung										

* Strukturierte Sitzung

Grußwort der Tagungsleitung

Willkommen
in Aachen

Welkom
te Aken

Bienvenue
à Aix-la-Chapelle

Welcome
to Aachen

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

Aachen ist zum dritten Male Austragungsort der DAGA. In der Rückschau auf 1973 und 1987 ist festzustellen, dass sich die DAGA eindrucksvoll in der Tagungslandschaft etabliert hat. Nach 104 Vorträgen im Jahre 1973, 182 Vorträgen in 6 Parallelsitzungen im Jahre 1987 gibt es nun, dem Trend der letzten Tagungen in Oldenburg, Hamburg und Bochum folgend, wiederum eine Steigerung, und zwar eine sehr deutliche auf insgesamt über 400 Beiträge.

Die DAGA-Tagung ist die größte nationale wissenschaftliche Jahrestagung auf dem Gebiet der Akustik in Europa. Das Programm der DAGA'03 umfasst durchgehend zehn oder elf Parallelsitzungen, daneben mehr als zehn Sitzungen und Versammlungen von Gremien unterschiedlichster Art, sowie ein attraktives Rahmenprogramm für Tagungsteilnehmer und Begleitpersonen (siehe Seite 19).

Die Tagungsleitung freut sich besonders über die zahlreichen Beiträge von Kolleginnen und Kollegen aus dem benachbarten, teilweise auch aus dem fernen Ausland. 8% der angemeldeten und eingeladenen Vorträge stammen nicht aus dem deutschsprachigen Raum. Dementsprechend hat sich Englisch als zweite Tagungssprache längst etabliert und wird daher selbstverständlich auch in diesem Programmheft verwendet. Durch die Lage Aachens am Dreiländereck zwischen Belgien, den Niederlanden und Deutschland war von Anfang an der Wunsch geboren, einen Teil der DAGA'03 gemeinsam zu gestalten. Die akustischen Gesellschaften Belgiens (ABAV), der Niederlande (NAG) veranstalten als Vorkolloquium gemeinsam mit der DEGA und mit dem Verein Berater Ingenieure (VBI) das EAA-Symposium „Building Acoustics Quality - Discussion on Goals, Strategy and Results“, in welchem aktuelle Themen des baulichen Schallschutzes in den jeweiligen Ländern diskutiert und Problemlösungen vorgestellt werden.

Im zweiten Vorkolloquium geht es um Design, Simulation, Messung, Planung und Installation von professionellen Lautsprecheranlagen. Dieses Vorkolloquium behandelt wie das zuvor vorgestellte ein wichtiges Thema der Ingenieurakustik, nämlich die Ausstattung von

Räumen, Hallen oder Stadien mit PA-Anlagen. Obwohl die wissenschaftlichen Grundlagen sehr umfassend erarbeitet wurden, gibt es dennoch leider zu oft Defizite in der praktischen Umsetzung. Im Kolloquium werden daher neben Beiträgen zu Innovationen im Lautsprecherbau auch Strategien der sicheren Planung von Lautsprecheranlagen im Zusammenhang mit der Raumakustik zur Sprache kommen.

Die DAGA tagt in den Räumlichkeiten der RWTH Aachen. Die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen wurde 1870 als „Königlich rheinisch-westfälische Polytechnische Schule zu Aachen“ gegründet. Sie besteht heute aus 260 Lehrstühlen und Instituten sowie aus 170 Lehr- und Forschungsgebieten und bildet derzeit etwa 30.000 Studierende in über 75 Studiengängen aus. Die Schwerpunkte liegen in den Ingenieurwissenschaften, in den Naturwissenschaften und in der Medizin. Interdisziplinäre Aktivitäten zwischen den neun Fakultäten sind in Foren und Kompetenzzentren organisiert, so z.B. im Forum Informatik, im Forum Life Science sowie in den Zentren Bionik, Virtual Reality und nicht zuletzt im Zentrum akustischer Forschung, welches eine Gruppe von 17 Lehrstühlen in 8 Fakultäten der RWTH Aachen ist, die im Programmteam tatkräftig an der Vorbereitung insbesondere von strukturierten Sitzungen auf der DAGA'03 beteiligt war.

Zentraler Ort der DAGA'03 ist das Kármán-Auditorium der RWTH Aachen, benannt nach dem Pionier der Luftfahrtwissenschaft, Theodore von Kármán, geboren am 11.05.1881 in Budapest, gestorben am 07.05.1963 in Aachen. Er lehrte von 1912 bis zu seiner Übersiedlung in die USA im Jahre 1930 am Institut für Aerodynamik der RWTH Aachen und ist den meisten vom Begriff der „Kármán-Wirbelstraße“ bekannt, dem Phänomen, dass ein schnell bewegtes Objekt eine Spur turbulenter Strömung hinterlässt.

Außer im Kármán-Auditorium finden einige Veranstaltungen in unmittelbar benachbarten Hörsälen sowie in der Aula im Hauptgebäude der RWTH statt, so dass insgesamt elf Hörsäle und andere kleinere Sitzungsräume genutzt werden.

Die Mensa und zahlreiche gastronomische Einrichtungen im nördlichen Bereich des Stadtrings können leicht zu Fuß erreicht werden (siehe Seite 308). Der Stadtkern von Aachen ist ebenfalls nicht weit entfernt und für einen abendlichen Restaurant- und Kneipenbesuch sehr zu empfehlen. Als Anhaltspunkt kann man die Strecke Markt - DAGA'03 mit etwa zehn Minuten Fußweg veranschlagen.

Den Ablauf der DAGA'03 wird jeder treue DAGA-Besucher sofort wiedererkennen. Dennoch gibt es zwei Neuerungen zu vermelden, die hoffentlich auf Ihre Zustimmung treffen. Erstens wird das Tagesprogramm jeweils nicht mit Plenarvorträgen begonnen, sondern mit Kurz-Fachvorträgen. Die Plenarvorträge werden um die Mittagszeit in der

Aula stattfinden und somit das Tagesprogramm teilen. Zweitens wird es keine gemeinsamen Kaffeepausen geben. Statt dessen werden Kaffee, Tee etc. permanent zur Verfügung stehen, so dass jeder Teilnehmer wählen kann, wann er darauf zurückgreifen möchte. Die meisten Sitzungen werden individuelle Kaffeepausen enthalten.

Die wissenschaftlichen Schwerpunkte der Hauptvorträge sind platziert in der Lärmbekämpfung, und zwar von der Physik (Beschreibung von Schallquellen, Reifengeräusche) über Fragen des Schallschutzes im Städte- und Straßenbau, der Bauakustik bis hin zur Lärmschwerhörigkeit.

Ferner wurden 23 sehr attraktive strukturierte Sitzungen geplant, die allein für sich betrachtet zum Ausdruck bringen, welche große Vielfalt an Problemen und Aufgaben sich hinter „Akustik“ verbirgt.

Eine weitere Veranstaltung, die hervorgehoben werden soll, ist der Workshop „Techno, Gabber usw. - ohrenbetäubender Lärm oder Jugendkultur?“, Mittwoch, 19.03.03 ab 14 Uhr in der Aula der RWTH, (siehe Seite 274). Dieser Workshop soll das öffentliche Bewusstsein bezogen auf die Schallbelastung in Diskotheken stärken. Expertinnen und Experten aus dem Fachgebieten Medizin, Psychologie, Soziologie, Akustik sowie des Bundesverbandes deutscher Diskotheken und Tanzbetriebe e.V. diskutieren das Problem. Der Workshop ist Teil der DEGA-Initiative „Tag gegen Lärm - Internationaler Noise Awareness Day“, der am 30. April 2003 zum 6. Mal bundes- und weltweit stattfindet.

Aber nicht zuletzt lebt die DAGA von den angemeldeten Beiträgen, die Sie, liebe Vortragenden, auf die Beine stellen, die Sie der Fachwelt präsentieren, zur Diskussion und (auch) zur Kritik stellen.

Das Programmteam hat versucht, die Tagung für Sie so effektiv und so angenehm wie möglich zu gestalten. Wir konnten fast alles beeinflussen, nur nicht das Wetter. Die Witze, die man zuweilen über das Aachener Wetter macht, lassen wir aber nicht gelten, denn die Erinnerungen an das Wetter zur letzten Aachener DAGA im März 1987 sind sehr ermutigend.

Die DAGA'03 möge in ihrer Nachwirkung eine Kármán-Wirbelstraße hinterlassen, und zwar eine nachhallende Spur wissenschaftlicher Erkenntnisse, innovativer Ansätze und Produkte sowie eine dauerhafte Spur kollegialer, internationaler und interdisziplinärer Kooperation. Wie Sie in diesem Sinne die Turbulenzen interpretieren wollen, mögen Sie selbst entscheiden. Ich lade Sie ein, am Ende der Tagung darüber zu reden, vielleicht auf der DEGA-Mitgliederversammlung?

Für die Tagungsleitung, M. Vorländer

Hinweise zur Tagung

Die

29. Deutsche Jahrestagung für Akustik DAGA'03

findet vom

18. bis 20. März 2003 in Aachen

statt.

Am Montag, dem 17. März, werden zwei Vorkolloquien durchgeführt (siehe Seite 3).

Tagungsort und Sprachen

Tagungsort ist das Kármán-Auditorium der RWTH Aachen. Tagungssprachen sind Deutsch und Englisch. Lage- und Anfahrtspläne finden Sie ab Seite 308. Bitte beachten Sie, dass es nur wenig Parkplätze in unmittelbarer Nähe des Kármán-Auditoriums gibt. Neben Parkhäusern im Innenstadtbereich empfehlen wir die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel zwischen Hotel und Tagungsort.

Veranstalter

Veranstalter der Tagung sind das Institut für Technische Akustik der RWTH Aachen sowie die Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) in Zusammenarbeit mit der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG), dem Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und im VDI, der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) und der European Acoustics Association (EAA).

Wissenschaftliche Tagungsleitung und Programmausschuss

Der wissenschaftliche Tagungsleiter ist

Prof. Dr. rer. nat. Michael Vorländer.

Er wird von einem Programmausschuss mit folgenden Mitgliedern unterstützt:

- Dr.-Ing. G. Behler (Institut für Technische Akustik)
- PD Dr.-Ing. J.-W. Biermann (Institut für Kraftfahrwesen)
- Dr.-Ing. W. H. Döring
(Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde)
- Dr.-Ing. K. Genuit (Firma HEAD acoustics)
- Dr.-Ing. H. W. Gierlich (Firma HEAD acoustics)
- Prof. Dr.-Ing. P. W. Gold (Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung)
- Prof. Dr. D. Heller (Institut für Psychologie)

- Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. h.c. H. Kuttruff
(Institut für Technische Akustik)
- Prof. Dr. med. C. Neuschaefer-Rube
(Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie)
- Dr.-Ing. A. Schmitz
(Firma Technical Acoustics Consult)
- Prof. Dr.-Ing. W. Schröder (Aerodynamisches Institut)
- Prof. Dr.-Ing. P. Vary
(Institut für Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung)
- Prof. Dr. rer. nat. H. Wagner (Institut für Biologie II)

Das Vorkolloquium (EAA Symposium) wird veranstaltet in Kooperation mit

- Dipl.-Ing. W. Sorge
(Verband Beratender Ingenieure, VBI)
- Prof. dr. ir. G. Vermeir
(Association Belge des Acousticiens, Belgische Akoestische Vereniging, ABAV)
- Prof. ir. J.J.M. Cauberg
(Nederlands Akoestisch Genootschap, NAG)

Themen der Tagung:

Themen der Tagung sind alle Gebiete der Akustik sowie alle Fachgebiete, die interdisziplinär mit der Akustik verbunden sind, in diesem Jahr insbesondere die folgenden: Audiologische Akustik, Bauakustik, Bioakustik, Elektroakustik, Fahrzeugakustik, Hydro- und Geoakustik, Körperschall, Lärmausbreitung, Lärmschutz, Messtechnik, Musikalische Akustik, Numerische Akustik, Physikalische Akustik, Psychoakustik, Raumakustik, Sprachverarbeitung und Ultraschall

Vorkolloquien

Für den Montag (17. März 2003) sind zwei parallele Vorkolloquien vorgesehen:

- Ein EAA-Symposium Bau- und Raumakustik „Building Acoustics Quality - Discussion on Goals, Strategy and Results“
organisiert von A. Schmitz und M. Vorländer gemeinsam mit ABAV Belgien, NAG Niederlande und VBI Deutschland
- „Elektroakustik und Beschallungstechnik“
organisiert von G. Behler

Aktuelle Informationen zu den Vorkolloquien finden Sie auf Seite 3 und im Internet auf der DAGA'03-Homepage, siehe

<http://www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03>

Bei den Vorkolloquien werden von eingeladenen Autoren Vorträge gehalten und zur Diskussion gestellt.

Die Teilnahme an den Vorkolloquien ist gebührenfrei.

Plenarvorträge

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

- T. Beckenbauer, Müller-BBM, Planegg
„Reifen-Fahrbahn-Geräusch: Minderungspotenziale durch Straßenoberflächen“
- E. Gerretsen, TNO TPD, Delft
„Prediction of Sound Insulation in Buildings: A Tool to Improve the Acoustic Quality“
- B.A.T. Petersson, Technische Universität Berlin
„Körperschallquellencharakterisierung“
- H.P. Zenner, Univ.-HNO-Klinik Tübingen
„Gehörschäden durch Freizeitlärm“

Strukturierte Sitzungen

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

- **Akustikberechnungen mit FEM, BEM und verwandten Verfahren** (M. Ochmann und O. von Estorff)
- **Akustik der Tragflügelumströmung** (W. Schröder)
- **Akustische Sensorik** (E. Chilla)
- **Anforderungen und subjektive Bewertung im Schallschutz** (W. Sorge und A. Schmitz)
- **Antriebsstrang-Akustik** (J.-W. Biermann und P. W. Gold)
- **Audio Coding** (K. Brandenburg)
- **Harmonoise** (NALS, B. Kunzmann)
- **Historie - Zur Geschichte der Akustik** (E.-J. Völker)
- **Kavitation und Blasendynamik** (W. Lauterborn)
- **Kfz-Außengeräusch** (K. Genuit)
- **Kommunikation in komplexen Netzkonfigurationen** (H.-W. Gierlich)
- **Mikrofon-Arrays und Quellentrennung** (R. Martin)
- **Multimediale Lehre in der Akustik** (S.-R. Mehra)
- **Psychoakustische Methoden und Parameter für die Fahrzeugakustik** (R. Weber und A. Kohlrausch)
- **Raumakustische Schulgestaltung** (A. Schick und Ch. Nocke)
- **Statistical Energy Analysis** (P. Geissler)

- **Signalverbesserung in der Sprachkommunikation** (P. Vary)
- **Soundscapes** (B. Schulte-Fortkamp)
- **Sprachakustik für Sprachdialogsysteme** (S. Möller und A. Raake)
- **Stand und Entwicklung der musikalischen Akustik** (K. Wogram)
- **Sprachsynthese und Stimmschallanalyse** (M. Kob und B. Kröger)
- **Tonhaltigkeit** (P. Daniel)
- **Ultraschall in der Medizin** (Ch. Koch)

Workshop

Techno, Gabber usw. - ohrenbetäubender Lärm oder Jugendkultur?

organisiert von B. Schulte-Fortkamp

- W. Babisch, B. Bohn, Berlin
„Musiklautstärke in Diskotheken“
- B. Hohmann, V. Mercier, Bern (Schweiz)
„Schallpegel an Musikveranstaltungen: zu hoch oder zu tief?“
- T. Leitmann, Berlin
„Gehörschäden durch Musik in Diskotheken - Zusammenhang von individueller Schallbelastung und Besuchsverhalten“
- S. Buettner
„Der Sachkundenachweis für Discjockeys als probates Mittel gegen ohrenbetäubenden Freizeitlärm“
- C. Oliva, Schweiz
„Geräusche und Musik als Symbole des Handlungsspielraumes von Jugendlichen“

Posterpräsentationen

Bei der DAGA'03 wird es wiederum Posterpräsentationen geben. Selbstverständlich haben Poster den gleichen Stellenwert wie mündliche Beiträge (auch im Tagungsband).

Tagungsbegleitende Ausstellung:

Integraler Bestandteil der DAGA'03 ist die Tagungsbegleitende Ausstellung. Folgende Aussteller erwarten Ihren Besuch:

- Akustik Technologie Göttingen
- Bose GmbH
- Braunstein + Berndt GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH
- BSW GmbH
- CAD-FEM GmbH
- Caparol
- Cirrus Research
- Cortex Instruments GmbH
- DataKustik GmbH

- Deutsche Rockwool Mineralwolle & Co. OHG
- Emkat Innovative Products
- Fels-Werke
- G.R.A.S. Sound & Vibration
- HEAD acoustics GmbH
- Innosource B.V.
- LingCom GmbH
- Microflown Technologies B.V.
- Müller-BBM VibroAkustik Systeme
- Norsonic Tippkemper GmbH
- Saint-Gobain Ecophon GmbH
- Sony Precision Technology Europe GmbH
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH
- Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
- TEAC Deutschland GmbH
- Wölfel Meßsysteme - Software

Exkursionen / Rahmenprogramm

Im Rahmen eines Begleitprogrammes bieten wir folgende Veranstaltungen an. Treffpunkt ist jeweils am Tagungsbüro. Bitte lassen Sie uns frühzeitig wissen, an welchen dieser Veranstaltungen Sie teilnehmen möchten und melden Sie sich unter

<http://www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03>

zu den Exkursionen an. Wir benötigen diese Information für die weitere Planung. Die Teilnahmekosten erfahren und entrichten Sie bitte erst direkt vor Ort im Tagungsbüro. Wir behalten uns vor, bei zu geringer Teilnehmerzahl einzelne Veranstaltungen abzusagen. Aktuelle Informationen entnehmen der o.g. Webseite.

Tagesausflüge für Begleitpersonen

Zeit	Veranstaltung	Preis
Dienstag 18.03.03, 11:00 h - 18:00 h	Dreiländertour	ca. 30 €
Mittwoch 19.03.03, 11:00 h - 18:00 h	Eifeltour	ca. 30 €

Besichtigungen für Tagesteilnehmer:

Dienstag, 18.03.03

Zeit	Veranstaltung
11:00 h - 12:45 h	Printenmuseum, Aachen
14:00 h - 18:00 h	Siemens, Wegberg (Zugtestzentrum)
14:30 h - 17:15 h	Universitätsklinikum Aachen

Mittwoch, 19.03.03

Zeit	Veranstaltung
10:00 h - 12:00 h	„Arteriel“ (Franz Buchholz), Würselen
14:30 h - 18:30 h	Kloster Steinfeld (historische König-Orgel)
14:30 h - 17:15 h	WDR-Studio Aachen
15:00 h - 17:15 h	HEAD acoustics, Herzogenrath

Donnerstag, 20.03.03

Zeit	Veranstaltung
8:30 h - 13:00 h	Braunkohletagebau Garzweiler
9:00 h - 12:30 h	Ford Werke Köln, NVH - Abteilung

Ihre Ansprechpartnerin für das Begleitprogramm ist

Janina Fels

Tel: 0241 80 97912

FAX: 0241 80 92214

e-mail: daga03-exkursionen@akustik.rwth-aachen.de

Im Internet vertreten sind folgende Aachener Sehenswürdigkeiten:

- Verkehrsverein Aachen - www.aachen.de
- Aachener Dom - www.aachendom.de
- Internationales Zeitungsmuseum - www.izm.de
- Couven Museum - www.couven-museum.de
- Forum Ludwig für internationale Kunst - www.ludwigforum.de
- Suermondt-Ludwig-Museum - www.suermondt-ludwig-museum.de
- Museum Burg Frankenberg - www.burgfrankenberg.de
- Printenmuseum - www.printenmuseum.de
- Arteriel Franz Buchholz: 'akustische Kunst' - www.akustik.rwth-aachen.de/~fels/DAGA/arteriel.html

DEGA-Mitgliederversammlung

Am Donnerstagnachmittag, dem 20. März 2003, wird die **DEGA-Mitgliederversammlung** stattfinden. Bitte merken Sie sich den Termin vor. Die offizielle Einladung und die Tagesordnung gehen den Mitgliedern der DEGA mit dem nächsten Sprachrohr zu. Zu Beginn der Mitgliederversammlung wird der Preis für das beste Poster verliehen.

Fachausschuss- und Gremiensitzungen

Sofern nicht anders angekündigt (siehe Sprachrohr), treffen sich die DEGA-Fachausschüsse voraussichtlich am Donnerstag zwischen 12:30 h und 14:30 h.

Anmeldung zur Teilnahme

Die Anmeldung zur Teilnahme soll vorzugsweise über die für die Tagung eingerichteten Internetseiten erfolgen, die über die Homepage der DEGA

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

zu erreichen sind.

Alternativ kann die Anmeldung schriftlich erfolgen. Bitte verwenden Sie dazu das Anmeldeformular (siehe Seite 319) oder das aus dem Internet.

Teilnahmegebühren

Für Vortragende ist die Anmeldung eines Vortrags in der Teilnahmegebühr enthalten. Für jede weitere Vortragsanmeldung derselben Person als Erstautor wird ein zusätzlicher Kostenbeitrag von 55 € erhoben. Posteranmeldungen sind von dieser Regelung ausgenommen.

Das **Paketangebot** (Preisgruppe 1 bzw. 7 für Studierende) für Nicht-DEGA-Mitglieder umfasst neben der Tagungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inklusive des Mitgliedsbeitrags für 2003. Dieses Paketangebot ist auf Grund der geringen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv.

Gruppe	Mitglieder ⁽¹⁾	studierend	Rentner ⁽²⁾	€ früh ⁽³⁾	€ 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. 2003

(4): Gebühr ab dem 1. Feb. 2003

(5): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft in der DEGA im Jahr 2003

(6): *Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft als Studierende(r) in der DEGA im Jahr 2003

Zahlungsweise

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

<http://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 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 03

Unterkunft

Ihr Ansprechpartner für Hotelbuchungen ist:

Verkehrsverein Bad Aachen e.V.

Stichwort DAGA'03

Postfach 10 22 51

D-52022 Aachen

Telefon: 0241 18029-50

Fax: 0241 18029-30

Online-Reservierung: <http://www.aachen-tourist.de>

Weitere wichtige Adressen**a) Anmeldungen - Teilnahme**

DEGA Geschäftsstelle

Dr. Christian Nocke

c/o Universität Oldenburg

Physik - Akustik

D-26111 Oldenburg

Tel.: 0441 798-3561

Fax: 0441 798-3698

E-mail: DAGA2003@dega-akustik.de

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

b) Ausstellung

Dr. Alfred Schmitz

Institut für Technische Akustik

RWTH Aachen

D-52056 Aachen

Tel.: 0241 80-97997 oder -97985

Fax: 0241 80-92214

E-mail: daga03@akustik.rwth-aachen.de

Termine

- *31. Januar 2003:*
letzter Termin für die Einzahlung der ermäßigten Teilnahmegebühr
- *17. März 2003:*
Vorkolloquien, EAA Symposium
- *18. März – 20. März 2003:*
DAGA-Tagung, Abgabe der druckfertigen Tagungsbeiträge in elektronischer Form als pdf-Datei (vorzugsweise vorab per e-mail)
- *Sommer 2003:*
Versand der CD-ROM sowie der zusätzlich geordneten gedruckten Tagungsbände

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

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

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

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

Medien

Jeder Vortragssaal ist mit einem Overhead-Projektor 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 sicherheits- halber 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 11. März 2003 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.

Die Adresse für Rückfragen zu Bildschirm-Präsentationen:

Jochen Kleber

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

D-52056 Aachen

Tel.: +49 241 80-97910

E-mail: daga03.powerpoint@akustik.rwth-aachen.de ('unbegrenzte' Größe für Dateianhänge)

www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03

Informationen zur Abgabe der Manuskripte

Nachstehend finden Sie alle Informationen über die Abfassung und Abgabe des Tagungsbeitrages zur DAGA'03 in Aachen. Bitte beachten Sie, dass eine wesentliche Neuerung gegenüber der Vorgehensweise der vergangenen Jahre darin besteht, dass Tagungsbeiträge nur noch in elektro- nischer 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 je- weils zweispaltig beschrieben werden. Die genauen Festlegungen sind in dem Beispielstext, der als Word- und PDF-Download unter

<http://www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03>

unter 'Hinweise für Vortragende' zur Verfügung steht, ausführlich beschrieben. Für alle Microsoft-Word-Nutzer kann das Word-File mit den entsprechenden Format- und Schriftvorlagen direkt als Vorlage genutzt werden. Bei der Nutzung von TeX oder anderen Textverarbeitungsprogrammen sind die im PDF-File vorgegebenen Formate entsprechend zu übernehmen.

Abgabe des Tagungsbeitrages:

Der Tagungsbeitrag soll sowohl als Word-File als auch direkt als PDF-File eingereicht werden. Bei der Nutzung anderer Textverarbeitungssysteme ist die Übersendung des PDF-Files hinreichend. Die Abgabe des Papers ist bis **spätestens zum 21.3.2003** vorzugsweise als angehängte Dokumente per Mail durchzuführen. Bitte benutzen Sie hierzu folgende E-Mail-Adresse:

daga03.Tagungsband@akustik.rwth-aachen.de

Bitte geben Sie den angefügten Dateien einen Namen nach folgendem Schema, der die Codenummer Ihres Vortrages enthält:

DAGA03_cccc.doc bzw. DAGA03_cccc.pdf.

Ihre vierstellige Codenummer (cccc) wird Ihnen von der DEGA per Post zugeschickt.

Verspätet abgegebene Beiträge können nicht für den Tagungsband berücksichtigt werden. Falls eine Abgabe des Tagungsbeitrages per E-Mail nicht möglich ist, können Sie auch die Files per Diskette oder CD-ROM auf der DAGA'03 im Tagungsbüro abgeben.

Der Tagungsband wird in Form einer CD-ROM voraussichtlich im Sommer 2003 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 bei der DEGA-Geschäftsstelle bestellt werden. Diese sind in der Tagungsgebühr nicht enthalten.

Hinweise zur Präsentation von Postern

Posterbeiträge stehen Vorträgen in nichts nach. Eine Posterpräsentation hat den Vorteil, dass sich interessierte Zuhörer und Betrachter wesentlich länger mit dem Beitrag auseinander setzen können. Dazu besteht auch in den anschließenden Pausen ausreichend Gelegenheit.

Es gibt zwei Poster-Sitzungen, und zwar ganztägig am Mittwoch und am Donnerstag. Die Poster werden jeweils in den zugehörigen Fachsitzungen vorgestellt (siehe Seite 278).

Im Tagungsband werden Posterbeiträge selbstverständlich genau wie Vorträge im Umfang von zwei DIN A 4 Seiten veröffentlicht (s.o.)

Das beste Poster wird prämiert. Die Preisverleihung erfolgt zu Beginn der DEGA-Mitgliederversammlung am Donnerstag, dem 20.03. ab 16:35 Uhr.

Für die Posterausstellung werden Stellwände bereitgestellt, an denen die Poster präsentiert werden. Die Stellwände werden im Erdgeschoss an zentraler Stelle aufgebaut, so dass mit regem Besucherinteresse gerechnet werden darf.

Für jedes Poster steht eine Fläche von max. 100 cm (Breite) x 140 cm (Höhe) 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

Welcome Address

Willkommen
in Aachen

Welkom
te Aken

Bienvenue
à Aix-la-Chapelle

Welcome
to Aachen

Dear colleagues in acoustics,

for a third time, Aachen is a DAGA location. Remembering former DAGA conferences of 1973 and 1987, one can find that the DAGA has won an impressioning place in the landscape of conferences. After 104 presentations in 1973, 182 presentations in 6 parallel sessions in 1987, there is again an increase following the latest conferences in Oldenburg and Hamburg up to more than 400 contributions.

The DAGA is the biggest national scientific annual meeting for acoustics in Europe. The program involves ten or eleven steadily parallel sessions, apart from this more than ten meetings of different kind, and an attractive social programm for participants and accompanying people (see page 34).

In particular, the program committee appreciates the numerous contributions of colleagues from other countries, mostly near and sometimes far. 8% of submitted und invited presentations do not come from German-speaking countries. Therefore, English has been established as second conference language and is naturally also used in this program book. Because of its location at the border triangle between Belgium, the Netherlands, and Germany, a common organisation of a part of DAGA'03 was intended from the beginning. The acoustical societies of Belgium (ABAV) and the Netherlands (NAG) organise, as pre-colloquium together with the DEGA and the German Association of Consulting Engineers (VBI), an EAA symposium "Building Acoustics Quality - Discussion on Goals, Strategy and Results" where actual aspects of noise control for buildings in different countries are discussed and solutions are presented.

The second pre-colloquium is about design, simulation, measuring, planning and installation of professional loudspeaker systems. Like the preceding one, this pre-colloquium focuses on an important theme of engineering acoustics, i.e. the installation of PA systems in rooms or halls. Although the scientific basics have been worked out quite far, too much mistakes in practical use are often made, e.g. if new-installed systems do not match with quality demands. Apart from contributions about innovations in loudspeaker constructing, strategies for secure planning of systems in connection with room acoustics are also pointed out.

The conference will be held at Aachen University. The so-called “Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen“ was founded in 1870 as “Königlich rheinisch-westfälische Polytechnische Schule zu Aachen“. Today, it consists of 260 chairs and institutes and 170 fields of education and research, and about 30.000 students are educated in more than 75 study programmes. Main topics are found in engineering and natural sciences and in medicine. Interdisciplinary activities between the nine faculties are organised in competence centres, e.g. in the “Forum Informatik“, in the “Forum Life Science“ and also in the centres of bionics, virtual reality and, last but not least, the centre for acoustic research, which is a group of 17 chairs in 8 faculties of RWTH Aachen, and which has participated very actively in the program team for preparing the DAGA'03, especially for structured sessions.

Central location of DAGA'03 is the “Kármán-Auditorium“ of RWTH Aachen, named after the pioneer of aeronautical science, Theodore von Kármán, born on 11 May 1881 in Budapest and died on 07 May 1963 in Aachen. He taught from 1912 till his movement to USA in 1930 at the Institute for Aerodynamics of RWTH Aachen and is mostly known due to the notion “Kármán vortex street“, i.e. the phenomenon that a fast moving object leaves a trace of turbulent fluid behind itself.

Apart from Kármán-Auditorium, some events take place in directly neighboured lecture halls and in RWTH main-building Aula, so that entirely eleven lecture halls and other smaller conference rooms are used. The student restaurant (Mensa) and numerous gastronomic points in the northern part of the city ring can easily be reached on foot (see page 308). The city centre of Aachen is also not far away, and its pubs and restaurants can be recommended for a visit in the evening. In order to estimate the distance between the hotels, the market place (town hall) and the Kármán-Auditorium, a walk of ten minutes can be assumed from market place to DAGA'03.

Faithful DAGA participants will surely recognize the schedule of DAGA'03. Nevertheless, two novelties can be announced, and I hope that they will surely be appreciated. First, a conference day will not be started with plenary lectures, but with short contributions. The plenary lectures will take place in the noon and therefore divide a day's programme. Second, there will be no common coffee breaks; instead of this, coffee and tea etc. are offered permanently, so that you can consume it at any time. Most sessions have individual coffee breaks, or two different sessions in one lecture hall are divided by a break.

The scientific focuses of the main lectures concentrate on noise abatement, involving physics (description of noise sources, tyre noise), noise in urban environments (traffic noise), building acoustics and hearing impairment.

Furthermore, the fact that 23 attractive structured sessions are planned expresses the great variety of tasks that can be found when talking about "acoustics". An additional event also should be pointed out - the workshop "Techno, Gabber usw. - ohrenbetäubender Lärm oder Jugendkultur?" (Techno, Gabber etc. - terrifying noise or youth culture?, Wednesday 19.03.03 from 14:00 in the Aula of RWTH, see page 274). It should increase public sensitivity towards high-noise exposure in discotheques. Experts from medicine, psychology, sociology, acoustics and the Federal Association of German Discotheques will participate at this discussion. The workshop is a part of the DEGA initiative "International Noise Awareness Day", which takes place for the sixth time on 30 April 2003, both nationally and worldwide.

Last but not least, the DAGA benefits from the contributed presentations, which are created, presented and set to discussion (and also criticism) by you, dear participants.

The program committee has tried to arrange the conference as effective and pleasant as possible for you. We could influence almost everything, but not the weather. But we do not accept the jokes made on Aachen's weather, because the memory of the weather at the last DAGA in Aachen, 1987, is very promising.

I wish that DAGA'03 will leave a Kármán vortex street, as a reverberant trace of scientific knowledge, innovative ideas and products and also a permanent trace of collegial, international and interdisciplinary cooperation. You might decide on your own how to interpret the corresponding turbulences. I invite you to talk about all this at the end of the conference, perhaps on the DEGA general assembly?

For the program committee, M. Vorländer

General Information

The

29th Annual German Conference on Acoustics DAGA'03

takes place

March 18 - 20, 2003 in Aachen

On Monday, March 17, two pre-conference colloquia will be held (see page 3).

Conference Site and Languages

The conference takes place at the Kármán-Auditorium of Aachen University (RWTH Aachen). Conference languages are German and English. Site maps can be found from page 308. Please note that there are only a few places to park directly at the Kármán-Auditorium. Apart from car parks in the city region, we recommend the use of public transport between hotel and conference.

Organisers

The Conference is organised by the Institute of Technical Acoustics of RWTH Aachen and by the "Deutsche Gesellschaft für Akustik" (German Acoustical Society, DEGA) in co-operation with the "Informationstechnische Gesellschaft im VDE" (Information Technology Section, ITG, within the German Association for Electrical, Electronic & Information Technologies, VDE), the "German Standards Committee Acoustics, Noise Reduction and Vibration" (NALS) of DIN and VDI, the "Deutsche Physikalische Gesellschaft" (German Physical Society, DPG) and the European Acoustics Association (EAA).

Scientific Conference Chair and Organising Committee

The scientific conference chair is

Prof. Dr. rer. nat. Michael Vorländer.

He is supported by a technical program committee with the following members:

- Dr.-Ing. G. Behler (Institut für Technische Akustik)
- PD Dr.-Ing. J.-W. Biermann (Institut für Kraftfahrwesen)
- Dr.-Ing. W. H. Döring
(Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde)
- Dr.-Ing. K. Genuit (HEAD acoustics)
- Dr.-Ing. H. W. Gierlich (HEAD acoustics)
- Prof. Dr.-Ing. P. W. Gold (Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung)
- Prof. Dr. D. Heller (Institut für Psychologie)

- Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. h.c. H. Kuttruff
(Institut für Technische Akustik)
- Prof. Dr. med. C. Neuschaefer-Rube
(Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie)
- Dr.-Ing. A. Schmitz
(Technical Acoustics Consult)
- Prof. Dr.-Ing. W. Schröder (Aerodynamisches Institut)
- Prof. Dr.-Ing. P. Vary
(Institut für Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung)
- Prof. Dr. rer. nat. H. Wagner (Institut für Biologie II)

The pre-colloquium (EAA symposium) is organised in cooperation with

- Dipl.-Ing. W. Sorge
(German Association of Consulting Engineers, VBI)
- Prof. dr. ir. G. Vermeir
(Association Belge des Acousticiens, Belgische Akoestische Vereniging, ABAV)
- Prof. ir. J.J.M. Cauberg
(Nederlands Akoestisch Genootschap, NAG)

Topics of the Conference:

Topics of the conference are all areas of acoustics, and all areas which are inter-disciplinarily related to acoustics, in particular the following: Audiology, Building Acoustics, Bioacoustics, Electroacoustics, Vehicle Acoustics, Hydro- and Geoacoustics, Structure-Borne Sound, Noise Propagation, Noise Protection, Measuring Technology in Acoustics, Musical Acoustics, Numerical Methods in Acoustics, Physical Acoustics, Psychoacoustics, Room Acoustics, Speech Acoustics and Ultrasonics.

Pre-Conference Colloquia

On Monday afternoon (March 17, 2003), two pre-conference colloquia are scheduled in parallel:

- An EAA Symposium for Building and Room Acoustics “Building Acoustics Quality - Discussion on Goals, Strategy and Results“ organised by A. Schmitz und M. Vorländer in co-operation with ABAV Belgium, NAG Netherlands and VBI Germany
- “Electroacoustics and Sound Reinforcement Systems“ organised by G. Behler

Please find current information about the pre-colloquia on page 3 and in the internet on the DAGA'03 Homepage, see <http://www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03>

For the pre-conference colloquia, invited authors will present and discuss tutorial or overview talks. Participation is free.

Plenary Lectures

At noontime during each conference day, invited plenary lectures will be delivered on actual topics of general interest:

- T. Beckenbauer, Müller-BBM, Planegg
"Reifen-Fahrbahn-Geräusch: Minderungspotenziale durch Straßenoberflächen"
- E. Gerretsen, TNO TPD, Delft
"Prediction of Sound Insulation in Buildings: A Tool to Improve the Acoustic Quality"
- B.A.T. Petersson, Technische Universität Berlin
"Körperschallquellencharakterisierung"
- H.P. Zenner, Univ.-HNO-Klinik Tübingen
"Gehörschäden durch Freizeitlärm"

Structured Sessions

The following structured sessions are composed of invited contributions and have been organised by experts.

- **Akustikberechnungen mit FEM, BEM und verwandten Verfahren** (M. Ochmann und O. von Estorff)
- **Akustik der Tragflügelumströmung** (W. Schröder)
- **Akustische Sensorik** (E. Chilla)
- **Anforderungen und subjektive Bewertung im Schallschutz** (W. Sorge and A. Schmitz)
- **Antriebsstrang-Akustik** (J.-W. Biermann und P. W. Gold)
- **Audio Coding** (K. Brandenburg)
- **Harmonoise** (NALS, B. Kunzmann)
- **Historie - Zur Geschichte der Akustik** (E.-J. Völker)
- **Kavitation und Blasendynamik** (W. Lauterborn)
- **Kfz-Außengeräusch** (K. Genuit)
- **Kommunikation in komplexen Netzkonfigurationen** (H.-W. Gierlich)
- **Mikrofon-Arrays und Quellentrennung** (R. Martin)
- **Multimediale Lehre in der Akustik** (S.-R. Mehra)
- **Psychoakustische Methoden und Parameter für die Fahrzeugakustik** (R. Weber and A. Kohlrausch)
- **Raumakustische Schulgestaltung** (A. Schick and Ch. Nocke)
- **Statistical Energy Analysis** (P. Geissler)
- **Signalverbesserung in der Sprachkommunikation** (P. Vary)

- **Soundscapes** (B. Schulte-Fortkamp)
- **Sprachakustik für Sprachdialogsysteme** (S. Möller and A. Raake)
- **Stand und Entwicklung der musikalischen Akustik** (K. Wogram)
- **Sprachsynthese und Stimmschallanalyse** (M. Kob and B. Kröger)
- **Tonhaltigkeit** (P. Daniel)
- **Ultraschall in der Medizin** (Ch. Koch)

Workshop

Techno, Gabber usw. - ohrenbetäubender Lärm oder Jugendkultur?

organised by B. Schulte-Fortkamp

- W. Babisch, B. Bohn, Berlin
„Musiklautstärke in Diskotheken“
- B. Hohmann, V. Mercier, Bern (Schweiz)
„Schallpegel an Musikveranstaltungen: zu hoch oder zu tief?“
- T. Leitmann, Berlin
„Gehörschäden durch Musik in Diskotheken - Zusammenhang von individueller Schallbelastung und Besuchsverhalten“
- S. Buettner
„Der Sachkundenachweis für Discjockeys als probates Mittel gegen ohrenbetäubenden Freizeitlärm“
- C. Oliva, Schweiz
„Geräusche und Musik als Symbole des Handlungsspielraumes von Jugendlichen“

Poster Presentations

At DAGA'03, posters will be presented again. Of course, posters are ranked equal to oral contributions, and will consequently, receive the same space in the conference proceedings.

Exhibition

An integral part of the DAGA'03 is the exhibition. The following exhibitors have announced their participation:

- Akustik Technologie Göttingen
- Bose GmbH
- Braunstein + Berndt GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH
- BSW GmbH
- CAD-FEM GmbH
- Caparol
- Cirrus Research
- Cortex Instruments GmbH
- DataKustik GmbH
- Deutsche Rockwool Mineralwolle & Co. OHG

- Emkat Innovative Products
- Fels-Werke
- G.R.A.S. Sound & Vibration
- HEAD acoustics GmbH
- Innosource B.V.
- LingCom GmbH
- Microflown Technologies B.V.
- Müller-BBM VibroAkustik Systeme
- Norsonic Tippkemper GmbH
- Saint-Gobain Ecophon GmbH
- Sony Precision Technology Europe GmbH
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH
- Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
- TEAC Deutschland GmbH
- Wölfel Meßsysteme - Software

Excursions / Social Program

The following events will take place as part of the social program. The meeting point is always at the conference registration office. Please let us know which of these events you want to take part in by subscribing to the excursions on the website

<http://www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03>

We need this information for our further planning. Participation fees can be paid on the spot at the conference office. Individual events may be cancelled in case of low participation interest. Please find current information on the website mentioned above.

Day-trips for accompanying people

Time	Event	Price
Tuesday 18.03.03, 11:00 h - 18:00 h	Three-countries-tour	ca. 30 €
Wednesday 19.03.03, 11:00 h - 18:00 h	Eifel tour	ca. 30 €

Short visits for conference participants:

Tuesday, 18.03.03

Time	Event
11:00 h - 12:45 h	Printen Museum, Aachen
14:00 h - 18:00 h	Siemens, Wegberg (Train test center)
14:30 h - 17:15 h	University Hospital Aachen

Wednesday, 19.03.03

Time	Event
10:00 h - 12:00 h	“Arteriel“ (Franz Buchholz), Würselen
14:30 h - 18:30 h	Kloster Steinfeld (historical König organ)
14:30 h - 17:15 h	WDR Studio Aachen
15:00 h - 17:15 h	HEAD acoustics, Herzogenrath

Thursday, 20.03.03

Time	Event
8:30 h - 13:00 h	Strip mining Garzweiler
9:00 h - 12:30 h	Ford Werke Köln, NVH department

Your contact person for the excursions is

Janina Fels

Tel: +49 (0) 241 80 97912

FAX: +49 (0) 241 80 92214

e-mail: daga03-exkursionen@akustik.rwth-aachen.de

In the internet, you can find information about the following places of interest in Aachen:

- Aachen Tourist Office - www.aachen.de
- Aachen Cathedral - www.aachendom.de
- International Newspaper Museum - www.izm.de
- Couven Museum - www.couven-museum.de
- Forum Ludwig for International Art - www.ludwigforum.de
- Suermondt-Ludwig-Museum - www.suermondt-ludwig-museum.de
- Museum Burg Frankenberg - www.burgfrankenberg.de
- Printen Museum - www.printenmuseum.de
- Arteriel Franz Buchholz: 'acoustic art' - www.akustik.rwth-aachen.de/~fels/DAGA/arteriel.html

DEGA Members General Assembly

On Thursday afternoon, March 20, the **2003 General Assembly of DEGA** will take place. Please note this date if you are interested in participating. The official invitation letter and the agenda will be published in the upcoming “Sprachrohr“ newsletter. At the beginning of the assembly, a prize for the best poster will be awarded.

Meetings of Technical Committees

Unless not announced differently (see “Sprachrohr“), the Technical Committees of DEGA will meet on Thursday between 12:30 h and 14:30 h.

Conference Registration

Preferably, registration should be done via the conference website, which can be reached from the DEGA homepage

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

Alternatively, you can register via a hard copy of the registration form which is added to this brochure (see page 320) or can be found on the website.

Registration fees

For participants who are presenting their own work, the registration of one presentation is included in the fee. For each additional presentation of this person as first author, an additional fee of 55 € is required. Poster registrations are excluded from this regulation.

The **Special packages** (groups 1 and 7) for non-members of DEGA include the conference fee plus a one-year personal membership of DEGA. This is especially attractive due to the small difference to the conference fee.

Group	Membership ⁽¹⁾	Student	Pensioner ⁽²⁾	€ early ⁽³⁾	€ late ⁽⁴⁾
1 ⁽⁵⁾	no	no	no	170,-	200,-
2	no	no	no	160,-	190,-
3	no	no	yes	100,-	130,-
4	yes	no	no	110,-	140,-
5	yes	no	yes	55,-	85,-
6	no	yes	no	40,-	50,-
7 ⁽⁶⁾	no	yes	no	50,-	60,-
8	yes	yes	no	20,-	30,-

(1): Member of DEGA, VDI, DPG, ITG, VdT

(2): Membership fee "pensioner" is also applicable for unemployed.

(3): Fee until Jan. 31, 2003

(4): Fee after Feb. 1, 2003

(5): *Special package*: Participation at conference *plus* new-membership of DEGA

(6): *Special package*: Participation at conference *plus* new-membership as student of DEGA

Payment

Payment from Germany should be preferably made by debit entry, and payment from other countries only by credit card, see

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

If payment should not be authorised via internet (bank-account data), you can download an authorisation form after your registration. Please fill it in, sign it and send it to the conference office by fax. Alternatively, you can also transfer your participation fee to the following account:

Account Owner: DEGA e.V.

Bank: Oldenburgische Landesbank

German Bank Code: 280 200 50

Account No.: 10 837 201 03

Accommodation

Your contact address for hotel booking is:

Aachen Tourist Service

Keyword DAGA'03

Postfach 10 22 51

D-52022 Aachen

Phone: +49 (0) 241 18029-50

Fax: +49 (0) 241 18029-30

Online-Reservation: <http://www.aachen-tourist.de>

Further Important Addresses**a) Registration - Participation, Talks, Posters**

DEGA Geschäftsstelle

Dr. Christian Nocke

c/o Universität Oldenburg

Physik - Akustik

D-26111 Oldenburg

Phone: +49 (0) 441 798-3561

Fax: +49 (0) 441 798-3698

e-mail: DAGA2003@dega-akustik.de

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

b) Exhibition

Dr. Alfred Schmitz

Institut für Technische Akustik

RWTH Aachen

D-52056 Aachen

Phone: +49 (0) 241 80-97997 or -97985

Fax: +49 (0) 241 80-92214

e-mail: daga03@akustik.rwth-aachen.de

Important Dates

- *January 31, 2003:*
Deadline for payment of the reduced participation fees
- *March 17, 2003:*
Pre-Conference Colloquia
- *March 18-20, 2003:*
DAGA'03-Conference,
Deadline for submission of papers as E-mail attachments
- *Summer 2003:*
Dispatching of CD-ROM and additionally printed proceedings

Guidelines for Oral Presentations

The timetable of the meeting is **strictly** oriented to the following 25-minute-scheme:

- **15 min** presentation
- **5 min** discussion
- **5 min** pause, possibility to switch between the rooms to parallel sessions.

To guarantee an effective flow of the conference day, this timetable is to be kept by each presenter. The time for each presentation will be controlled by an alarm clock. **Exceeding the time slot is not possible.** In case it happens, the presentation will be stopped by the session chairperson. We kindly ask you to organise your presentation for this 15 minute duration.

Presentation Media

In each room both an overhead projector and a beamer are available. If you prefer a screen presentation (PowerPoint) instead of transparencies, please notice the following guidelines.

In order to avoid incompatibilities, it is desired that you use your **own laptop** for presentations, especially if special fonts, audio or video components are included. In each room, a beamer with a resolution of 1024 x 768 pixels is available. For screen presentations **without** your **own laptop**, a PC with Microsoft PowerPoint (Windows XP, Office XP) is available. It is strongly recommended to read the extensive guidelines on our homepage www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03 at 'Presentation Guidelines' in order to avoid the usual problems with screen presentations. Speakers are responsible for having their laptops ready with activated VGA output at the beginning of their presentation. If you want to use the existing PC and bring your data to the conference, please notice the following guidelines:

Please bring your presentation on a CD-ROM. If you plan to use Microsoft PowerPoint, we recommend carrying an additional device-independent version with you on CD-ROM. This version can be produced with the "Pack & Go" option which is available under the "File" menu item. You can test your presentation in each break and 30 min before the beginning of the first session, and in case of problems unpack the back-up "Pack & Go" version. Since we can not ensure the compatibility of your presentation with the installed version of PowerPoint, we can provide a functional test of your presentation. Due to organisational reasons, presentations for testing must be submitted by March, 11 2003 by E-mail.

Additionally a preparation room is available. If your presentation contains audio components, please inform us by E-mail if not already done during abstract submission.

If you have questions related to screen presentations, please contact:

Jochen Kleber

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

D-52056 Aachen

Tel.: +49 241 80-97910

E-mail: daga03.powerpoint@akustik.rwth-aachen.de ('unlimited' size for attachments)

www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03

Guidelines for Preparation of Manuscripts

Here you will find all the information you need to edit and submit your written article to DAGA'03 in Aachen. Please note that the process has essentially changed in comparison with former years: contributions can now be delivered in electronic form only.

Length and format:

Length, page format and fonts of all articles should be uniform in the proceedings and are therefore exactly prescribed. The length is limited to two DIN A4 pages, which are both written in two columns. The exact conventions are described in detail in the example text, which is available as a Word or PDF download under

<http://www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03>

at 'Presentation Guidelines'. For all Microsoft Word users, the Word file itself can be directly used as a template with the corresponding formats and fonts. If TeX or other document editors are used, the formats given in the PDF file have to be adapted.

Submitting the article:

The article should be submitted both as a Word file and as a PDF file. If other document editors are used, submitting the PDF file is sufficient. The files have to be submitted by 21 March 2003 preferably as E-Mail attachments. Please mail them to the following address:

daga03.Tagungsband@akustik.rwth-aachen.de

Please give the attached files a name corresponding to the following pattern, including the code number of your presentation:

DAGA03_cccc.doc or DAGA03_cccc.pdf.

Your four-digit code number (cccc) will be sent to you by mail from DEGA.

If it is not possible to submit the article by E-Mail, you can also give the files on a diskette or CD-ROM to the conference office of DAGA'03.

Conference proceedings are scheduled to be mailed in summer 2003 to all DAGA'03 participants. One CD-ROM per participant is included in the participation fee. It is possible to order printed volumes of the proceedings and supplementary CDs during the meeting or later, via the DEGA office. These are not included in the regular participation fees.

Guidelines for the Presentation of Posters

Poster presentations are given the same recognition as oral presentations. They further provide the audience with more time to study the respective subject. Additional visiting opportunities are provided by the coffee breaks.

There are two poster sessions on Wednesday and on Thursday. Both of them take place during the whole conference day. The posters are introduced during the corresponding conference sessions (see page 278).

In the conference proceedings, poster manuscripts will be published under the same format as oral manuscripts: two pages DIN A 4.

There will be a prize awarded for the best poster. The ceremony will be held during the DEGA Members General Assembly on Thursday, March 20, from 16:35 onwards.

We will provide partition walls to fix the posters to. The posters will be exhibited at a central place, so that you can expect to receive wide attention from the audience.

Each poster comprises a surface of max. 100 cm (width) x 140 cm (height).

Poster walls are identified by a number corresponding to the author. For an overview, the conference office offers a plan.

Everything you need to affix the poster will be provided by the organisers.

Poster Layout

The poster should contain all the information, so that a personal explanation is not really necessary, e.g., in case that the author is not available or is in a discussion with other participants. This means that *the poster should be self-explanatory*.

Pay attention to the following aspects for your presentation, each of which might be presented as a visual block.

- Subject, aim, intention of the presentation.
- Background information, previous works.
- Hypotheses, starting points of the work.
- Experimental structure, block diagrams.
- Theoretical context.
- Results, data, graphics of the results.
- Conclusion, assessment, further tasks.

Eröffnungsveranstaltung

Di. 9:00 Uhr Aula

Eröffnung der DAGA'03

- Begrüßungen
- Verleihung der Helmholtz-Medaille
- Verleihung des Lothar-Cremer-Preises
- Vorträge der Preisträger

Plenarvorträge

Mi.11:00 Uhr Raum Aula

Plenarvortrag 1

Prediction of sound insulation in buildings: a tool to improve the acoustic quality

Eddy Gerretsen*TNO TPD, Delft, NL*

Noise from neighbours is an important item in the acoustic climate in which we live and work. And yet the requirements remain essentially the same as fifty years ago, though the noise situation in and around dwellings has changed. In the past the acoustic performance of a building design could largely be based on the experience gained from existing buildings and the needed knowledge could be developed on the basis of field measurements. But nowadays the building industry is moving more and more towards light and sustainable constructions and the applied materials and methods are changing more quickly. These developments call for a higher acoustic performance level of buildings and for new techniques to evaluate and improve this in the design stage. Thus the need for reliable prediction methods in Building Acoustics has grown over the past years and the European Construction Product Directive has given an extra push to the developments. These European models (EN 12354) will be explained, indicating the background and restrictions. The need for reliable acoustic data on products to be used as input data will be highlighted.

Mi. 13:00 Uhr Raum Aula

Plenarvortrag 2

Gehörschäden durch Freizeitlärm

H.P. Zenner

Univ.-HNO-Klinik Tübingen

Lärm gefährdet die Gesundheit. Heute muss festgestellt werden, dass eine erhebliche Gefährdung durch Freizeitlärm, insbesondere bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen, besteht. Epidemiologische Untersuchungen an Jugendlichen, die noch keiner beruflichen Lärmbelastung ausgesetzt waren, lassen steigende Zahlen mit nachweisbaren, irreversiblen Innenohrschäden erkennen. Als wesentliche Ursachen werden die weite Verbreitung sehr lauter Kinderspielzeuge (Pistolen, Knackfrosch), Feuerwerkskörper sowie die heute ubiquitäre Verfügbarkeit elektroakustischer Verstärkung für Musik, z.B. mittels tragbarer Abspielgeräte, in Diskotheken oder in Musik-Großveranstaltungen angesehen. Der Schutz vor einer medizinisch unheilbaren Gehörschädigung durch Freizeitlärm ist daher eine wichtige Aufgabe der Präventivmedizin. Durch Aufklärungsmaßnahmen sollte auf die Gefahren der Gehörgefährdung durch laute Freizeitbeschäftigungen aufmerksam gemacht werden. Zum Schutz von Kindern und Jugendlichen, aber auch von Erwachsenen ist der Gesetzgeber gefordert, Möglichkeiten von Schallpegelbegrenzungen für Diskotheken, Konzerte und Musikabspielgeräte zu prüfen und entsprechende Richtwerte in Normen oder Richtlinien zu verankern.

Do. 11:00 Uhr Raum Aula

Plenarvortrag 3

Reifen-Fahrbahn-Geräusche: Minderungspotenziale der Straßenoberfläche

Thomas Beckenbauer

Müller-BBM GmbH, Planegg

An der Entstehung von Reifen-Fahrbahn-Geräuschen sind Reifen und Fahrbahnoberfläche gleichermaßen beteiligt. Die Eigenschaften der Fahrbahnoberfläche haben dabei nicht nur einen großen Einfluss auf die Schallanregung, sondern auch auf die Schallabstrahlung- und -ausbreitung. Anders als in der wohldefinierten Umgebung der industriellen Herstellung von Reifen und Fahrzeugen ergeben sich die akustischen Eigenschaften von Fahrbahnoberflächen in der Praxis des Straßenbaus heute jedoch oft noch mehr oder weniger zufällig. Allerdings konnten die Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Fahrbahnoberflächeneigenschaften und Rollgeräuscentstehung in der jüngsten Vergangenheit deutlich vertieft werden, so dass in naher Zukunft mit einer zunehmenden Umsetzung dieser Kenntnisse im Straßenbau gerechnet

werden kann. Der Vortrag beschäftigt sich mit den Entstehungsmechanismen der Reifen-Fahrbahn-Geräusche, der Beschreibung der Oberflächeneigenschaften und deren Einfluss auf die Rollgeräusche. Die absehbaren Minderungspotenziale der Fahrbahnoberfläche bezüglich der Straßenverkehrsgeräusche werden unter Abgrenzung des Einflusses von Reifen und Fahrzeugen dargestellt. Um die Entwicklung leiser Fahrbahnoberflächen und deren reproduzierbare Herstellung zu unterstützen sind auch geeignete Messverfahren und Rechenmodelle notwendig. Auf verfügbare und notwendige Systeme wird im Vortrag eingegangen.

Do. 11:45 Uhr Raum Aula

Plenarvortrag 4

Körperschallquellencharakterisierung

B.A.T. Petersson

Institut für Technische Akustik, Technische Universität Berlin

Die Analyse und Minderung von Luftschall ist einigermaßen unkompliziert. Eine leistungsbasierte Vorgehensweise ist in manchen Fällen möglich. In Situationen, in denen die Quelle hauptsächlich Körperschall liefert, ist der Akustiker mit einer Schwierigkeit konfrontiert weil eine anerkannte Charakterisierungsmethode für solche Quellen fehlt. Körperschallquellencharakterisierung ist sowohl durch die Tatsache erschwert, dass bis zu sechs Kräfte und Momente an einem Kontaktgebiet angreifen können als auch dadurch, dass die Empfängerantwort an einem Punkt das Resultat der Kräfte und Momente an allen Punkten ist. Die primäre Größe zur Beschreibung des Transmissionsprozesses ist die komplexe Leistung und deshalb muss eine korrekte Quellencharakterisierung hierzu in Beziehung stehen. In diesem Vortrag werden die theoretischen Grundlagen für die Körperschalltransmission für den Mehrpunkts- und Mehrkomponenten-Fall zwischen Quelle und Empfänger wiederholt. Die sachbezogenen Arbeiten werden mit Hinblick auf den Zweck der Quellencharakterisierung zusammengefasst und die theoretischen und experimentellen Fortschritte werden diskutiert.

Fachvorträge

Di. 11:50 Uhr Raum FO 1 Pyschoak. Meth. Fahrzeugakustik

Anforderungen der Fahrzeugakustik an die Psychoakustik

R. Weber

Universität Oldenburg, Physik - Akustik

Gestiegene Kundenerwartungen an den möglichst unverwechselbaren Klang eines Fahrzeugs und an den akustischen Komfort im Innenraum machen eine aufwendige gehörbezogene Analyse der unterschiedlichsten Geräuschphänomene notwendig. Die akustischen Anforderungen variieren zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen und Klassen und haben längst im Zuge der Objektivierung von subjektiven Geräuschwahrnehmungen und -beurteilungen zu einer bedeutenden Nutzung psychoakustischen Know-Hows geführt. Das betrifft einerseits psychoakustische Messmethodik als auch die Anwendung psychoakustischer Signalparameter auf die Klassifizierung und Quantifizierung verschiedenster akustischer Geräusch- und Klangphänomene. Neben der Globalbeurteilung der Innenraumakustik fallen darunter auch die Bewertung einzelner Teilkomponenten, über deren Funktionsweise der Fahrer akustisch orientiert sein muss. Die Bestimmung der Sprachverständlichkeit im Innenraum bei verschiedenen Betriebszuständen, der Klang der qualitätsvermittelnden Türschlaggeräusche, die Analyse der Reifengeräusche und der aerodynamischen Windgeräusche usw. verlangen gehörrichtige Bewertungen und Beurteilungskriterien, um bei der Fahrzeugentwicklung richtige Maßstäbe für die Güte des Modells einsetzen zu können.

Di. 12:15 Uhr Raum FO 1 Pyschoak. Meth. Fahrzeugakustik

Methodenvergleich zur Beurteilung der Geräuschqualität: Random Access versus Größenschätzung mit Ankerschall

Ch. Patsouras*, M. Böhm*(1), H. Fastl*, D. Patsouras**, K. Pfaffelhuber**

**AG Technische Akustik, MMK, TU München **FAIST Automotive GmbH & Co. KG, Krumbach; (1)jetzt: Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*

Die bereits in früheren Arbeiten (z.B. Eurnoise 2001) vorgestellte Methode des „Random Access“ läßt eine sehr benutzerfreundliche, also für die Versuchsperson angenehme, Beurteilung von Geräuschen zu. Insbesondere zur Beurteilung der Geräuschqualität wird diese Methode gerne verwendet. Dem gegenüber steht die Beurteilung von Geräuschen mit der psychometrischen Methode „Größenschätzung mit

Ankerschall“, womit quantitative Zusammenhänge bezüglich der interessierenden Größe erfaßt werden können. Inwiefern sich mit diesen beiden Methoden erzielte Ergebnisse bei der Beurteilung der Geräuschqualität von Außen- und auch Innenstandgeräuschen vergleichen lassen, soll in dieser Studie vorgestellt werden.

Di. 12:40 Uhr Raum FO 1 Psychoak. Meth. Fahrzeugakustik

Hauptdimensionen der Dieselgeräusch-Wahrnehmung

R. Heinrichs, U. Grömping

Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne, Köln

In den letzten Jahren nimmt die Akzeptanz von Dieselfahrzeugen in Europäischen Ländern signifikant zu. Wurden solche Fahrzeuge in der Vergangenheit aufgrund ihres oftmals negativen Images (zu laut, stinken, schwarze Rußwolke, etc.) lediglich von einer begrenzten Minderheit akzeptiert, hat sich dieses Image nicht zuletzt durch die Fortschritte in ihrem akustischen Verhalten deutlich verbessert. Kundenaussagen zur Folge spielt neben dem höheren Pegel vor allem die sogenannte „Nageligkeit“ eine entscheidende Rolle, die zu der meist negativen Assoziation - Dieselfahrzeug - führt. In diesem Beitrag sollen Dieselfahrzeuge in bezug auf ihr akustisches Verhalten in verschiedenen Betriebszuständen näher beleuchtet werden. Es werden hierbei Ergebnisse aus Feldversuchen vorgestellt, die aus Situationen abgeleitet wurden, in denen sich Probanden auf der Fahrerseite, d.h. aktiv ins Fahrgeschehen eingreifend, als auch auf der Beifahrerseite, d.h. passiv ohne Interaktionen (beschleunigen, bremsen, etc), befanden. Weiterhin werden Ergebnisse die aus Laborsituationen abgeleitet wurden mit denen aus den Feldversuchen verglichen und diskutiert. Bei allen Experimenten wurde neben 7 verschiedenen Dieselfahrzeugen auch ein Benzinerfahrzeug mitgeführt, so dass Aussagen zu der Fragestellung „Unterschiede Benzin $\Leftrightarrow$ Diesel“ erörtert werden können. Hauptintention dieses Beitrags ist es die wichtigsten auditiven Wahrnehmungsdimensionen bei Dieselfahrzeugen zu ermitteln und zu diskutieren.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 1 Pyschoak. Meth. Fahrzeugakustik

Prinzipien bei der Signalanalyse zeitlich-fluktuierender Schalle im Gehör

Torsten Dau

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Medizinische Physik

Für technische Anwendungen z.B. im Bereich der quantitativen Vorhersage von Sprachverständlichkeit oder der objektiven Qualitätsbeurteilung von Schallen eignen sich auf psychoakustischen Erkenntnissen basierende Perzeptionsmodelle. Neben einer möglichst effektiven Nachbildung der spektralen Verschmierung (Integration) und Frequenzauflösung spielt die zeitliche Verarbeitung von akustischen Signalen im Gehör eine große Rolle, die ebenfalls durch Prozesse der Zeitintegration und Zeitauflösung gekennzeichnet werden kann. Natürliche Kommunikationssignale wie z.B. Sprache, aber auch die meisten technischen Schalle, sind nicht-stationär und durch zeitliche Fluktuationen der Einhüllenden (Amplitudenmodulationen) gekennzeichnet. In diesem Beitrag werden am Beispiel der Modulationsverarbeitung Prinzipien bei der neuronalen Kodierung von zeitlich-spektraler Signalinformation und neue grundlegende psychoakustische Daten u.a. zur Unterscheidung von Modulationstiefen vorgestellt. Basierend auf diesen Daten werden Modifikationen des Perzeptionsmodells nach Dau et al. (1997) vorgeschlagen und im Kontext möglicher technischer Anwendungen diskutiert.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 1 Pyschoak. Meth. Fahrzeugakustik

Wahrnehmung des Profilgeräuschs in Reifen-Fahrbahn-Geräuschen

Sandra Buss*, Reinhard Weber*, Werner Liederer**

**Universität Oldenburg, Physik/Akustik, Oldenburg, **Continental AG, Hannover*

Eine ungünstige Profilgestaltung trägt u.a. zum Reifen-Fahrbahn-Geräusch bei. Das Profilgeräusch wird als tonaler Anteil mit geschwindigkeitsabhängiger Frequenz im Reifen-Fahrbahn-Geräusch erkennbar. Bei einer Qualitätsbeurteilung führt ein wahrnehmbares Profilgeräusch zu einer Abwertung des Reifens.

In zwei Experimenten wird jeweils der Zusammenhang zwischen objektiven spektralen Eigenschaften von Reifen-Fahrbahn-Geräuschen und subjektiven Beurteilungen der Stärke des Profilgeräuschs untersucht. Dazu werden verschiedene Reifen-Fahrbahn-Geräusche mit zum Teil leicht modifizierten Spektren hinsichtlich der Stärke des Profilgeräuschs beurteilt. Es zeigt sich jeweils ein deutlicher Zusammenhang zwischen

den spektralen Änderungen und der beurteilten Stärke des Profilgeräuschs.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 1 Psychoak. Meth. Fahrzeugakustik

Interaktive Analyse und Synthese tonaler und stochastischer Komponenten von Fahrzeuggeräuschen

Dirk Püschel

Akustik Technologie Göttingen

Vorgestellt wird ein Werkzeug, mit dem tonale Komponenten in Fahrzeuggeräuschen extrahiert und relativ zum Restgeräusch bewertet werden können. Die Bewertung erfolgt dabei unter Berücksichtigung von Hörschwellen, Mithörschwellen und Lautheitsskalen in Notenstufen. Die so zerlegten Anteile werden dann resynthetisiert, so dass eine akustische Verifizierung der Analyse erfolgen kann. Bei der Resynthese sind die Lautheiten der tonalen Anteile relativ zum Restgeräusch veränderbar und können beispielsweise automatisch auf Zielwerte begrenzt werden. Auch auf die stochastischen Anteile können davon unabhängig Filter angewendet werden, so dass sich neue Freiheiten in der akustischen Bearbeitung ergeben.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 1 Psychoak. Meth. Fahrzeugakustik

Komfort im Flugzeug - Forschungs- und Entwicklungsbedarf der EU am Beispiel HEACE

V. Meller³, E. Groll-Knapp⁴, H. Remmers², B. Schulte-Fortkamp¹, M. Trimmel⁴, R. Weber³

¹TU Berlin, ²itap GmbH, ³Universität Oldenburg, ⁴Universität Wien

Im 5. Rahmenprogramm der Kommission wird die Schlüsselaufgabe „new perspectives in aeronautics“ formuliert. Neben vielen anderen Forschungs- und Entwicklungsthemen auf diesem Gebiet sind die bestimmenden Elemente des Komforts und der Beanspruchung im Arbeitsplatz Flugzeug zu untersuchen, der u.a. durch die Umgebungsparameter für die Piloten, die Flugbegleiter und damit auch für die Passagiere mitbestimmt wird. Das EU-Projekt „Health Effects in Aircraft Cabin Environment“ (HEACE) trägt hier mit der Entwicklung eines „human response model“ bei. Mit neuen technischen Entwicklungen sollen komfortbeeinflussende Größen weiter optimiert werden. Daher sind auch im 6. Rahmenprogramm von der Kommission eine Reihe passagier-, kabinen- und arbeitsplatzbezogener Forschungsanforderungen, u.a. in Bezug auf Schall- und Schwingungsreduktion identifiziert worden, zu deren Bearbeitung sich ein großes integriertes Projekt (IP) als neues Instrument der europäischen Forschungspolitik eignet. [HEACE wird im EU-Programm GROWTH unter Projekt Nr. GRD1-2001-40118 gefördert]

Di. 15:40 Uhr Raum FO 1 Pyschoak. Meth. Fahrzeugakustik

HEACE: Simulation von Schall, Vibrationen und anderer Umgebungsvariablen im Kabinensimulator

I. Baumann³, M. Bellmann², S. Buss³, P. Faulhaber⁵, N. Freese³, E. Groll-Knapp⁴, S. Hallmann³, Ch. König³, R. Kruse³, T. Leitmann¹, V. Mellert³, H. Remmers², A. Röder⁵, B. Schulte-Fortkamp¹, M. Trimmel⁴, R. Weber³

¹TU Berlin, ²itap GmbH, ³Universität Oldenburg, ⁴Universität Wien,

⁵EADS Deutschland GmbH

Für die Untersuchung der Wirkung verschiedener Umgebungsbedingungen (Schall, Vibration, Luftklima und -qualität) im Flugzeug auf die Crew und die Passagiere ist ein reales Flugzeug schlecht geeignet, da während eines Fluges mit Passagieren die Umgebungsbedingungen nicht oder nur in sehr engen Grenzen geändert werden können. Die Durchführung derartiger Untersuchungen in einem Kabinensimulator, in denen reale Umgebungsbedingungen auf Flügen simuliert und bewertet werden sollen, ist in Hinblick auf die mögliche Variationsbreite der Umgebungsbedingungen wesentlich günstiger. Allerdings erfordert die Herstellung realitätsnaher Bedingungen im Kabinensimulator einen erheblichen Aufwand. In diesem Vortrag wird über die Herstellung des Schallfeldes in einem Simulator und über die Einleitung von Vibrationen berichtet, die den Passagieren und den Crewmitgliedern einen Eindruck vermitteln, der dem während eines tatsächlichen Fluges sehr nahe kommt. [HEACE wird im EU-Programm GROWTH unter Projekt Nr. GRD1-2001-40118 gefördert]

Di. 16:05 Uhr Raum FO 1 Pyschoak. Meth. Fahrzeugakustik

HEACE: Versuchsdesign zur Erfassung der Belastung, der Beanspruchung und des Komforts von Passagieren und Crew in einem Kabinensimulator

I. Baumann³, M. Bellmann², S. Buss³, N. Freese³, E. Groll-Knapp⁴, S. Hallmann³, Ch. König³, R. Kruse³, T. Leitmann¹, V. Mellert³, H. Remmers², B. Schulte-Fortkamp¹, M. Trimmel⁴, R. Weber³

¹TU Berlin, ²itap GmbH, ³Universität Oldenburg, ⁴Universität Wien

In einem Kabinensimulator sollen die Auswirkungen variiert und realitätsnaher Umgebungsbedingungen auf die Crew untersucht werden. In diesem Beitrag wird vorgestellt, welche Elemente einer tatsächlichen Flugzeugumgebung während eines simulierten Fluges von Wien nach Alicante mit „echten“ Passagieren, Flugbegleitern/innen und Piloten realisiert werden. Diese Bedingungen umfassen einmal die objektiven Umgebungsvariablen, wie die simulierten Geräusche, Vibrationen, variiertes Luftklima und die Bewegung (Motion) des Simulators.

Zum anderen werden die Belastungen der Kabinencrew und des Piloten zusätzlich durch sehr realitätsnahe Arbeitsabläufe der Flugsituation angenähert und die Wirkungen mit psychologischen, soziologischen und physiologischen Methoden erfasst. Es wird ein Überblick über das Versuchssetting einschließlich des eingesetzten Messinstrumentariums und der erfassten Parameter gegeben. [HEACE wird im EU-Programm GROWTH unter Projekt Nr. GRD1-2001-40118 gefördert]

Di. 16:55 Uhr Raum FO 1

Lärm I - Schallabsorption

Kulissenschalldämpfer aus Mineralschaumstoff

J. Bittner, U. J. Kurze

Müller-BBM GmbH, Robert-Koch-Straße 11, 82152 Planegg

Ein Mineralschaumstoff mit einem spezifischen Gewicht von 250 kg/m^3 und einem längenbezogenen Strömungswiderstand von 13 kNs/m^4 wurde hinsichtlich der möglichen Anwendung in Kulissenschalldämpfern untersucht. Die akustischen Daten sind mit denen von lockerer Mineralwolle vergleichbar. Die mechanischen und thermischen Eigenschaften erlauben möglicherweise einen erweiterten Anwendungsbereich. Die Einfügungsdämpfung von Schalldämpferkulissen ohne und mit fester Mittelplatte wird zur Ausbreitung von höheren Moden im Kanal in Beziehung gesetzt.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 1

Lärm I - Schallabsorption

Schallabsorption von Straßenoberflächen

W. Bartolomaeus

Bundesanstalt für Straßenwesen

Die Schallabsorption spielt bei offenporigen Straßenoberflächen eine wichtige Rolle bei der Minderung von Verkehrsräuschen. Mindestens ebenso wichtig ist es, die hauptsächlichen Entstehungsmechanismen des Reifen-Fahrbahn-Geräuschs zu unterdrücken. Dies sind die Schallabstrahlung von Reifenschwingungen und die Anregung von Luftschallquellen in der Kontaktzone Reifen-Fahrbahn. Daraus ergibt sich die Anforderung an eine möglichst ebene Fahrbahnflächen mit guter Entlüftung und hoher Porosität. Anhand des speziell für offenporige Straßenoberflächen entwickelten Modells von HAMET wurde eine theoretisch begründete Optimierung der Schallabsorption von offenen Straßendecken versucht. Neben den Größen Strömungswiderstand, Porosität und Strukturfaktor wurden weiterer Optimierungsparameter aus der Textur der Fahrbahnoberfläche abgeleitet. Der Strömungswiderstand der Fahrbahnoberflächen wird dabei mit Hilfe der äquivalenten Sandrauheit beschrieben. Anhand von Laboruntersuchungen am

Kundt'schen Rohr an künstlichen und natürlichen Proben von Straßenoberflächen wurde der Geltungsbereich des Modells von HAMET ermittelt. Durch Weiterentwicklungen am Modell konnte dieses auch für offene Fahrbahndecken ohne durchgängiges Hohlraumsystem angewendet werden.

Di. 17:45 Uhr Raum FO 1

Lärm I - Schallabsorption

Die geräuschkindernde Wirkung von Galerien - Untersuchungen an Modell-Galerien

Michael Chudalla

Bundesanstalt für Straßenwesen

In der Halle für akustische Modelltechnik der Bundesanstalt für Straßenwesen wurden Messungen an einer im Maßstab 1:16 nachgebildeten Galerie durchgeführt. Untersucht wurde die lärmindernde Wirkung des Galerieaufbaus an der geschlossenen Galerie-seite und die an der offenen Seite auftretende Lärmpegelerhöhung. Variiert wurde die Breite der Straßenabdeckung. Die Wand- und Deckenflächen der Galerieinnenseite wurden in schallharter und absorbierender Ausführung untersucht. Als zusätzliche Schallschutzmaßnahme an der offenen Galerie-seite wurden Lärmschutzwälle in zwei Höhen angebracht. Die Messergebnisse wurden mit dem Rechenformalismus der RLS-90 verglichen.

Di. 11:50 Uhr Raum FO 2

Schallschutz

Sound insulation of dwellings - Legal requirements in Europe and subjective evaluation of acoustical comfort

Birgit Rasmussen*, Jens Holger Rindel**

** VELUX A/S, W-Product Quality, Soborg, Denmark **Oersted-DTU, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark*

Acoustical comfort is a concept that can be characterised by absence of unwanted sound and by opportunities for acoustic activities without annoying other people. In order to achieve acoustical comfort in dwellings certain requirements have to be fulfilled concerning the airborne sound insulation, the impact sound insulation and the noise level from traffic and building services.

For road traffic noise it is well established that an outdoor noise level $L_{Aeq, 24 h}$ below 55 dB in a housing area means that approximately 15-20% of the occupants are annoyed by the noise. However, for sound insulation against noise from neighbours the relationship is not so well understood. A comparison of sound insulation requirements in different countries shows that the sound insulation requirements differ considerably in terms of the concepts used, the frequency range considered and the level of requirement. The most recent version of the standard ISO

717 has contributed to the diversity by allowing different concepts and by introducing spectrum adaptation terms with different - extended - frequency ranges for the evaluation.

The paper will present (a) an overview of the main characteristics of the legal sound insulation requirements in several European countries and (b) a review of investigations related to the subjective and/or objective evaluation. Based on the analysis of several investigations in the field and by laboratory simulations it is suggested how to estimate the degree of satisfaction with a specific requirement for sound insulation. The findings can also be used as a guide to specify acoustic requirements for dwellings in the future.

Di. 12:40 Uhr Raum FO 2

Schallschutz

Trittschalldämmung von Decken mit Estrichen auf Trennlagen - objektive Messwerte und subjektive Beurteilung

Wolfgang Sorge

Ingenieurbüro für Bauphysik, Nürnberg

In Kliniken werden in vielen Fällen Estriche auf Trennlagen mit Fußbodenbelägen aus Linoleum mit Korkmentrücken ausgeführt. Sofern bei - im Klinikbau üblichen - mehr als 30 cm dicken Betondecken und Estrichhöhen von mehr als 7 cm Fußbodenbeläge mit Trittschallverbesserungsmaßen von extra 10 - 12 dB aufgebracht werden, wird die Anforderung an die Schalldämmung nach DIN 4109 erfüllt. Durch Versuche zur Hörsamkeit von Nutzergeräuschen wurde festgestellt, dass Begehen der Decken und Befahren, z.B. mit Betten, Tablettwagen usw. keine störenden Pegel in darunterliegenden Räumen hervorrufen. Dagegen werden impulsartige Anregungen, wie Abstellen von harten Gegenständen deutlich übertragen und führen zu wahrnehmbaren Pegeln, welche einer Bewertung unterzogen werden sollen. Durch weitergehende Untersuchungen sollte geprüft werden, ob für Fußböden, die nicht die Anforderungen nach DIN 4109 erfüllen, gleichwertige Beurteilungen der subjektiv wahrnehmbaren Geräuschübertragung vorgenommen werden. Insbesondere wurden Fußböden mit schallharten Fliesenbelägen und Fußböden auf dünneren als 28 cm dicken Decken bewertet. Es zeigt sich, dass bei dicken Decken trotz Nichteinhaltung der Anforderung nach DIN 4109 (in der Größenordnung von etwa 6 dB) bei Geräuschanregung durch Begehen akzeptable Schallschutzwerte erreicht werden, dagegen bei dünneren Decken (weniger als etwa 24 cm) aber selbst bei Aufbauten mit Estrichen auf Trennlagen und Fußbodenbelägen mit weichen Unterlagen und bei allen Decken bei impulsartigen Schallanregungen ein unbefriedigender Schallschutz in besonders zu schützenden leisen Aufenthaltsräumen erwartet werden muss.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 2

Schallschutz

Tieffrequenter Trittschall - Messergebnisse, Beurteilung, Mögliche Ursachen

Christian Burkhart

Akustikbüro Schwartzberger und Burkhart

Häufig wird von Bewohnern in Mehrfamilienhäusern ein starkes Dröhnen beim Begehen von schwimmenden Estrichkonstruktionen beklagt. Dies scheint unabhängig vom Bodenbelag und der Übertragungsrichtung zu sein, und wird auch häufig im eigenen Bereich gerügt. Die maßgeblichen Geräuschanteile liegen außerhalb des bauakustischen Messbereiches. Möglichkeiten der Beurteilung anhand von Messergebnissen verschiedener Fußbodenkonstruktionen mit ausgeprägten Resonanzen und mögliche Ursachen werden vorgestellt.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 2

Schallschutz

Trittschall von Montagetreppen - Wege zu einer praxisgerechten Beurteilung der schalltechnischen Eigenschaften

Heinz-Martin Fischer, Jochen Scheck, Andreas Drechsler

Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik

Es ist bekannt, dass Montagetreppen selbst dann zu erheblichen Geräuschbelästigungen führen können, wenn die Anforderungen der DIN 4109, oftmals sogar die Vorschläge für den erhöhten Schallschutz eingehalten werden. Offensichtlich wird die tatsächlich auftretende Belästigung durch die genormten Mess- und Beurteilungsverfahren nicht in adäquater Weise berücksichtigt. Diese Situation war Anlass für umfangreiche experimentelle Untersuchungen zur Anregung und Übertragung der tatsächlichen Gehgeräusche. Dabei wurde die Tauglichkeit verschiedener künstlicher Körperschallquellen darauf hin untersucht, den Gehvorgang durch eine geeignete Anregung zu repräsentieren. Zusätzlich zur physikalischen Beschreibung der Anregevorgänge wurden auch erste psychoakustische Untersuchungen durchgeführt. Der Beitrag schildert den aktuellen Stand der Untersuchungen.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 2

Schallschutz

Auralisation in der Bauakustik: Ein universelles Werkzeug zur subjektiven Evaluierung schalltechnischer Kennwerte

Rainer Thaden

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Auralisation ermöglicht es, Schallfelder hörbar zu machen, ohne Messungen oder Aufnahmen in der realen Bausituation durchführen zu müssen. Es können Raumsituationen erstellt und hörbar gemacht werden und somit die schalldämmenden Wirkungen einzelner Bauprodukte verglichen werden. Während die Auralisation in der Raumakustik ➡

mittlerweile etabliert ist, wird sie in der Bauakustik noch selten angewandt. In der Praxis kann sie von Bauingenieuren zur „Erprobung“ der Schalldämmung verschiedener Produkte oder von Herstellern von Bauprodukten zur Bewerbung ihrer Materialien benutzt werden. In der Forschung ist sie sinnvoll einsetzbar, um Hörversuche durchzuführen und aus subjektiven Bewertungen der Probanden objektive Kriterien abzuleiten. Z.B. können verschiedene Einzahlbewertungsverfahren daraufhin untersucht werden inwieweit sie mit den subjektiven Urteilen der Probanden korrelieren. Der Vortrag stellt die Methoden der Auralisation vor und gibt einen Überblick über bereits realisierte und mögliche zukünftige Projekte.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 2

Schallschutz

Bauordnungsrechtlich erforderlicher Schallschutz contra erwarteten Schallschutz . zu recht enttäuscht?

Rainer Pohlenz

IFAS Aachen

Im Zusammenhang mit Bauprozessen werden regelmäßig auch Schallschutzmängel bekannt. Die Klagen betreffen Luft- und Trittschallschutzmängel von Wände und Decken, vielfach auch solche von leichten Treppen in Einfamilienreihenhäusern und - nicht weniger häufiger - Schallschutzmängel der Wasserinstallation. Die Motive für solche Klagen sind vielfältig: Sie reichen von der Wahrnehmung objektiv vorhandener, teilweise gravierender Schallstörungen über die Enttäuschung über nicht erfüllte Erwartungen bis hin zu dem - nicht in allen Fällen - nachvollziehbaren Wünsche nach Schadenersatz. Immer wieder ist das bekannte Phänomen zu beobachten, dass Störgeräusche trotz Einhaltung der Anforderungen der DIN 4109 als unzumutbar gerügt werden. Gründe dafür sind unter anderem - die in einigen Fällen mit den Norm-Anforderungen verbundene unterdurchschnittliche Schallschutzqualität (z.B. bei Einfamilienreihenhaustrennwänden) - die trotz Einhaltung eines ausreichenden bewerteten Einzahlwertes geringe Schalldämmung im mittleren bauakustischen Messbereich (z.B. beim Durchhören von Telefonbeantwortern) - ein im Einzelfall gegebenes hohes Störpotenzial (z.B. Benachbarung von Bädern und WCs zu Schlafräumen fremder Wohnungen) - die Besonderheit der Störgeräusche (z.B. ungewolltes Mithören von Intim-Geräuschen in Schlafräumen) - dies alles u.U. verschärft durch eine geringe Überdeckung durch (gar nicht mal so außergewöhnlich) geringe Fremdgeräuschpegel durch Außenlärm. In allen Fällen ist festzustellen, dass der Grad der Betroffenheit über diese Schallschutzmängel (hier gleichzusetzen mit subjektiv empfundener Störwirkung) bei Erwerbern von Eigentumswohnungen und Bauherren von Einfamilienreihenhäusern besonders hoch ist. Immer wieder geht

es dabei auch um die Frage, ob Bauherrn von Einfamilienhäusern Anspruch auch Schutz vor Schallübertragungen haben, den ihre eigenen Familienmitglieder erzeugt haben.

Di. 15:40 Uhr Raum FO 2

Schallschutz

30s Echo, 7s Nachhall - Zur Akustik im Schlüterhof des Deutschen Historischen Museums in Berlin

Wolfgang Moll

Akustik-Ingenieurbüro Moll GmbH, Berlin

Der Schlüterhof des Deutschen Historischen Museums, dem ehemalige Zeughaus Berlin, ist kürzlich mit einer modernen Glaskonstruktion des Chinesisch-Amerikanischen Architekten I.M. Pei überdacht worden. Durch die konkave Wölbung des Daches und das nunmehr vorhandene Volumen von 30.000 m³; ist aus dem offenen Hof ein Raum entstanden, dessen katastrophale Akustik vorhersehbar war und vor der der Verfasser und seine Mitarbeiter rechtzeitig aber erfolglos gewarnt haben. Nach Fertigstellung des Daches zeigte sich, wie erwartet, ein ständig durch die Mitte wanderndes ca. 30 s lang zu hörendes Echo, eine in dieser Ausprägtheit sicher sehr seltene Erscheinung. Abgesehen von der ohnehin zu langen Nachhallzeit ist der überdachte Schlüterhof dadurch für keine denkbare Veranstaltung nutzbar. Er ist auch ein Paradebeispiel für die Hörbarkeit des Unterschiedes zwischen geometrischer und statistischer Raumakustik.

Vorgeführt werden Tonaufnahmen, Messergebnisse, Videos und Fotos. Die Vorschläge zur Beseitigung der Echos und zur Senkung der Nachhallzeit werden vorgestellt und erläutert.

Di. 16:30 Uhr Raum FO 2

Bauakustik

Neue Prüfräume für Bauakustik an der Fachhochschule Stuttgart

Martin Schneider, Heinz-Martin Fischer

Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

Am 14.10.2002 wurde das neue Laborgebäude der Fachhochschule Stuttgart in Stuttgart-Vaihingen offiziell eingeweiht. In diesem Laborgebäude sind die Akustik- und Wärmelabors des Studiengangs Bauphysik der Fachhochschule Stuttgart untergebracht. Die Akustik-Prüfstände sind ein Wandprüfstand nach ISO 140, Teil1, ein Flankenprüfstand nach prEN 10848 für horizontale Schallübertragung, ein Hallraum und ein Kombinationsprüfstand. Vorgesehen ist des weiteren ein reflexionsarmer Raum. Der Kombinationsprüfstand besteht aus 3 übereinanderliegenden Raumpaaren mit der Möglichkeit zur Bestimmung des Schalldämm-Maßes von Türen, Fenster und Decken sowie der Bestimmung des Verbesserungsmaßes von Fußbodenbelägen.

Ein Vielzahl weiterer akustischer Prüfungen wie die Bestimmung des Stoßstellendämm-Maßes an Decken, die Messung von Installationsgeräuschen können in diesem Kombiprüfstand durchgeführt werden. Im Rahmen des Vortrages werden die Prüfmöglichkeiten, die Konstruktion und die zum Teil einmaligen Besonderheiten der Prüfstände vorgestellt.

Di. 16:55 Uhr Raum FO 2

Bauakustik

Direktschalldämmung Zweischaliger Haustrennwände im Wandprüfstand

J. Seidel

YTONG Entwicklungszentrum

Haustrennwände werden in der Regel als zweischaliges Mauerwerk ausgeführt. Bei Messungen des bewerteten Schalldämm-Maßes am Bau werden bei gleicher Konstruktion zum Teil um bis zu 10 dB unterschiedliche Werte gemessen. Die Ursache kann dann häufig nicht mehr genau ermittelt werden. Erster Tatverdächtiger sind stets Schallbrücken. Die Berechnung nach DIN 4109 verspricht nur geringe Genauigkeit. Von Prof. Gösele gibt es eine genauere Formel, die das Schalldämm-Maß aus Fugenbreite und flächenbezogener Masse bestimmt. Aufgrund der großen Streubreite der Messergebnisse am Bau kann diese Formel jedoch kaum überprüft werden. Um das Rechenmodell dennoch zu überprüfen und gegebenenfalls ein genaueres zu finden, haben wir eine ganze Reihe Messungen an zweischaligen Wänden im Wandprüfstand des YTONG Entwicklungszentrums durchgeführt. Unter Laborbedingungen konnten wir sicherstellen, dass das Ergebnis nicht durch Baufehler verfälscht wird. Der störende Einfluß von Flankenübertragung war ebenfalls unterdrückt. Die Parameter Fugenbreite und flächenbezogene Masse unterlagen genauer Kontrolle. Die ersten Ergebnisse sind überraschend. Wenn auch noch kein besseres Modell abgeleitet werden konnte, zeigt sich jedoch bereits, dass die Parameter Fugenbreite und flächenbezogene Masse allein nicht ausreichen, um die Dämmung zu bestimmen. Ansätze zur Verbesserung des Schallschutzes sind aber schon zu erkennen. Im Vortrag werden die aktuellen Ergebnisse vorgestellt.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 2

Bauakustik

Einfluss der Einbaubedingungen auf die Schalldämmung ein- und zweischaliger Massivwände

Jochen Scheck, Heinz-Martin Fischer, Martin Schneider

Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

Die Schalldämmung massiver Wände hängt außer von konstruktiven Parametern von der Einbausituation ab. Je nach Einbausituation ändert sich die Energieableitung in benachbarte Strukturen, sowie das Schwingungs- und Abstrahlungsverhalten. Der neugebaute Wandprüfstand der Fachhochschule Stuttgart bietet durch seine einzigartige Konzeption neue Möglichkeiten, obige Einflüsse näher zu untersuchen. Im Beitrag wird über derartige Untersuchungen im Zusammenhang mit der Schalldämmung einschaliger und zweischaliger Wände berichtet.

Di. 17:45 Uhr Raum FO 2

Bauakustik

Reihenhaustrennwände, welche Schalldämmung ist möglich?

Christian Halbe

TAUBERT und RUHE GmbH

Bei einer doppelschaligen Reihenhaustrennwand ist die durchlaufende schallbrückenfreie Fuge von höchster Bedeutung. An zwei Objekten wurden umfangreiche Luftschalldämmungsmessungen vom Kellergeschoss bis zum Dachgeschoss durchgeführt. Trotz einer „weißen Wanne“ im Kellergeschoss wurden ab dem 1. Obergeschoss bewertete Schalldämm-Maße von $R'_{w} = 75$ dB gemessen. Zusätzlich wurden auch Trittschalldämmungsmessungen vorgenommen. So weist bei einem Objekt eine in die Trennwand eingesetzte Betontreppe einen bewerteten Norm-Trittschallpegel von $L'_{n,w} = 46$ dB auf. Sanitärgeräusche sind bei einem Grundgeräuschpegel von $L = 16$ dB(A) subjektiv nicht zu hören.

Im Vortrag wird der Trennwandaufbau beschrieben und über die Messergebnisse berichtet. Fotos aus der Bauzeit eines Objektes decken auch Schwachpunkte auf.

Di. 11:50 Uhr Raum FO 3

Sprachverarbeitung

Tonhöenschätzung durch nichtlineare Signalverzerrung

Peter Birkholz

Universität Rostock, FB Informatik, Institut f. Computergraphik

In diesem Beitrag wird ein neues Verfahren zur Schätzung der Grundfrequenz (F_0) von Sprachsignalen vorgestellt. Bisherige F_0 -Erkennung gehen in der Regel davon aus, dass die F_0 innerhalb eines kurzen Zeitfensters als konstant angesehen werden kann. Sprache erfüllt diese Annahme nur selten, besonders für relativ lange Fenster (40 ms und mehr). Im vorliegenden Beitrag wird deshalb davon ausgegangen, dass ➡

nicht mehr zwangsläufig die F0 selbst, sondern nur noch ihre erste zeitliche Ableitung in dem Zeitfenster konstant ist. Wenn der Anstieg der F0 im Zeitfenster von Null verschieden ist, dann äußert sich das in einer nichtlinearen Zunahme des Grundfrequenzphasenwinkels. Die damit verbundene „Verzerrung“ des Zeitsignals ließe sich rückgängig machen, wenn der Anstieg der F0 bekannt wäre. Da der Anstieg aber in keinem Zeitfenster von vornherein bekannt ist, wird die Verzerrung für mehrere potentielle Anstiege zwischen -10 bis 10 Oktaven/s rückgängig gemacht. Unter den somit entzerrten Signalen ist dann genau eines, welches wieder weitestgehend periodisch ist. Dieses wird durch eine modifizierte Form der Autokorrelation (Cheveigne und Kawahara, 2002) erkannt, die gleichzeitig der Erkennung der Grundperiode dient. In den entgültigen Schätzwert der Grundperiode gehen außerdem die Informationen aus den umliegenden Zeitfenstern ein. Vorläufige Tests des Verfahrens ergeben sogar bei verrauschten Sprachsignalen mit einem Signal-Rausch-Abstand von 0 dB und starken Tonhöhenschwankungen durch emotionale Sprechweise noch korrekte Tonhöhenkonturen.

Di. 12:15 Uhr Raum FO 3

Sprachverarbeitung

Coding of Auditory Information into Nerve-Action Potentials

W. Hemmert, M. Holmerg, M. Gerber

Infineon Technologies AG

Neuronal sound processing requires compression of the dynamic range of acoustical signals to the limited dynamic range which can be coded by neurons. Here I present a compressive inner ear model followed by a realistic inner hair cell model. Frequency analysis was achieved using a wave-digital filter model of cochlear hydrodynamics. Numerically stable dynamic compression was realized by adding second-order resonators at the cochlea's outputs and modulating their quality factors (Q) using a Boltzmann function. Cascading multiple (four) resonators and modulating their Q-values from 10 to 1 accomplished up to 80 dB compression together with reasonably broad response curves. Stereociliary bundles of the inner hair cells were stimulated by fluid forces derived from basilar-membrane displacement. Transduction currents caused an inner hair cell receptor potential, which in turn activated voltage dependent Ca-channels. Elevated Ca-levels caused fusion of synaptic vesicles and finally elicited nerve action potentials. The kinetics of vesicle fusion was modelled according to recent measurements. The model reveals that the dynamic range problem can not be solved by mechanical compression in the cochlea alone. In addition, neuronal feed-back mechanisms have to be introduced, which finely control BM-vibration by

efferent feedback to cochlear mechanics and to the afferent synapses terminating of the inner hair cells. The spike trains transmitted by the auditory nerve fibres to the cochlear nuclei and further to the midbrain allow for both spectral and temporal information processing, which is required for robust speech recognition, especially in noisy environments.

Di. 12:40 Uhr Raum FO 3

Sprachverarbeitung

Automatische Schätzung wichtiger Nachhallparameter

Heiko Gölzer, Michael Kleinschmidt

AG Medizinische Physik, Universität Oldenburg

Die Erkennungsleistung aktueller automatischer Spracherkennungssysteme leidet erheblich unter dem Einfluss von Nachhall. Dies gilt bereits für moderate Nachhallsituationen in alltäglicher Umgebung. Für viele Anwendungen steht als Information über die Raumcharakteristik nur die implizit im verhallten Sprachsignal enthaltene Metainformation zur Verfügung. Da eine Enthaltung der Signale selbst bei guter Schätzung der zugrunde liegenden Raumimpulsantwort schwer möglich ist, bietet sich stattdessen eine Adaptation der Merkmaleextraktion oder des Klassifikators an. Dazu ist es notwendig, die für die Spracherkennung wichtigen Parameter der Übertragungsfunktion aus dem verhallten Sprachsignal extrahieren zu können. Mit Hilfe des hier vorgestellten Verfahrens kann die Nachhallzeit und das Verhältnis von Direktschall zu Nachhallanteilen auch bei unbekanntem Sprachmaterial abgeschätzt werden. Als Merkmale werden Amplituden-ModulationsSpektrogramme (AMS) verwendet, die aus dem kontinuierlichen Sprachsignal extrahiert werden. Zur Schätzung dient ein mehrschichtiges neuronales Netz welches unter Benutzung künstlich verhallter Sprachsignale trainiert wird.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 3

Sprachverarbeitung

Einfluss des Telefon-Übertragungssystems auf Schwerhörige

Gregor Feneberg, Hans Geier

Müller-BBM GmbH, Planegg

Moderne Übertragungsverfahren für Sprache verwenden verstärkt Verfahren zur Datenreduktion, insbesondere bei der mobilen Telekommunikation. Eines der effektivsten Verfahren sind die bei der GSM-Übertragung eingesetzten CELP Codec Standards. Zu deren Auslegung wurden u.a. die Eigenschaften des (gesunden) menschlichen Gehörs und psychoakustische Grundlagen herangezogen. Die Fragestellung zur vorgestellten Untersuchung lautete nun, inwieweit auch schwerhörige Menschen mit unterschiedlichen Telefonsystemen gleichwertig telefonieren können. Es wurden hierzu eine digitale Fernsprechverbindung

(ISDN) sowie eine Mobiltelefonverbindung (GSM 900 MHz mit Enhanced Full Rate) vergleichend untersucht. Insgesamt 27 Probanden mit normalem Gehör sowie mit unterschiedlichen Arten und Graden von Schwerhörigkeit nahmen an der Untersuchung zur Bestimmung der Sprachverständlichkeit teil. Weiterhin beurteilten die Testpersonen die subjektiv empfundene Sprachqualität. Es werden Methoden, die Durchführung der Untersuchung und die Ergebnisse vorgestellt und diskutiert. Darüber hinaus werden Aspekte zur Kompatibilität von Hörgeräten mit GSM oder DECT Telefonen behandelt.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 3

Sprachverarbeitung

Generierung von Sprachmaterial zum realitätsnahen Test von Spracherkennungssystemen für Kfz-Freisprecheinrichtungen

Frank Kettler, Marc Röber

HEAD acoustics GmbH

Kfz-Freisprecheinrichtungen werden vermehrt mit Sprachsteuerung ausgestattet. Die Vorteile sind eindeutig, weder zum Telefonieren selbst, noch zur Rufannahme, Telefonnummerneingabe oder der Auswahl von Namen aus dem gespeicherten Telefonbuch ist der Fahrer gezwungen, die Hände vom Lenkrad zu nehmen. Spracherkennungssysteme reagieren sehr empfindlich auf die Charakteristik der gesprochenen Wörter. Die Sprechcharakteristik wird wesentlich durch das Fahrzeuginnengeräusch bestimmt, allgemein als Lombard-Effekt bezeichnet: Durch die veränderte Eigenwahrnehmung in störschallerfüllter Umgebung ändert sich die Sprechweise. Dieser Effekt sollte für die Optimierung und den Test von Spracherkennungssystemen im verwendeten Sprachmaterial berücksichtigt werden. In diesem Beitrag wird ein Aufnahmeszenario dargestellt in dem Testmaterial realitätsnah generiert werden kann. An ausgewählten Beispielen wird das generierte Sprachmaterial vorgestellt.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 3

Sprachverarbeitung

Voiced phonemes reconstructed as instationarily driven response

F. R. Drepper

Zentrallabor für Elektronik, Forschungszentrum Jülich GmbH, Jülich

Time domain approaches based on „critical“ bandwidth subband decomposition have a long tradition in speech processing. In contrast to the well known frequency domain approach a finite bandwidth subband approach opens the possibility to drop the more or less explicit, common assumption of a stationary (periodic) phonation process and to describe voiced phonemes as qualitatively distinct reactions to instationary phonation. As alternative to the well known linear source and filter model

this leads to a driver - response model, where the higher frequency (response) subbands are unidirectionally coupled to the fundamental driver band. To describe the potentially complex phase locking behaviour, characteristic for voiced speech, it is essential to set up a stochastic transfer model with a potentially non-linear coupling to the driver phase. For sufficient (realistic) instationarity of the driver frequency the optimal choice of the harmonic scale aligned filterbank leads to robust estimates of the resonator qualities of the acoustic modes inside the vocal tract of communication partners as well as to secondary cues for the distinction of voiced approximants and nasals. In accordance with recent electrophysiological studies of the auditive pathway of mammals (Langner et al. DAGA 2002) a new unified approach towards perception equivalent phoneme distinction, speaker distinction and phoneme quality evaluation is proposed.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 3

Sprachkommunikation

Sprachsignalverbesserung im Spektralbereich auf der Grundlage supergaußscher Verteilungsdichtefunktionen

R. Martin, C. Breithaupt

Institut für Nachrichtentechnik, Technische Universität Braunschweig

Mit zunehmender Verbreitung der mobilen Telefonie und dem gesetzlich vorgeschriebenen Einsatz von Freisprecheinrichtungen kommt der Störgeräuschreduktion immer größere Bedeutung zu. Die in der Sprachkommunikation eingesetzten Störgeräuschreduktionsverfahren arbeiten überwiegend im Spektralbereich. Dabei wird ein Signalabschnitt von 16-32 ms Dauer mit einer Spektraltransformation oder einer Filterbank analysiert und im transformierten Bereich mit statistischen Verfahren von Störsignalen befreit. Die bisher bekannten Verfahren, z.B. die Amplitudenschätzer nach Ephraim und Malah (1984, 1985), legen dabei eine (komplexe) Gaußverteilung für die Koeffizienten des Sprach- und des Störsignals im Spektralbereich zugrunde. Tatsächlich gehorcht die Verteilungsdichtefunktion der Sprachkoeffizienten aber eher einer Laplace- oder einer Gammaverteilungsdichtefunktion.

In diesem Beitrag stellen wir eine neue Klasse von Minimum Mean Square Error (MMSE) Schätzverfahren vor, die auf der Grundlage von Laplace- und Gammaverteilungsdichtefunktionen entwickelt wurde. Im Unterschied zu bisher bekannten Ansätzen können wir analytische Lösungen für das Schätzproblem angeben. Gegenüber den Verfahren mit gaußscher Modellierung, z.B. dem Wiener Filter, wurde in allen untersuchten Fällen ein verbessertes Signal-zu-Rauschverhältnis erzielt.

Di. 15:40 Uhr Raum FO 3

Sprachkommunikation

Binaurale Störgeräuschreduktion für HörgeräteV. Hohmann, J. Nix, G. Grimm, T. Wittkop, D. Siemer*Medizinische Physik, Universität Oldenburg*

Zur Störgeräuschreduktion in Hörgeräten wurden Algorithmen vorgeschlagen, die Aspekte des binauralen (zweiohrigen) Hörens beim Menschen nachahmen. Basierend auf einem zweikanaligen Eingang ist es theoretisch möglich, eine gerichtete Störquelle sowie diffuses Störgeräusch zu unterdrücken. In der Praxis jedoch wurde bisher in realistischen akustischen Umgebungen mit Nachhall und diffusem Störgeräusch keine signifikante Erhöhung der Sprachverständlichkeit durch binaurale Algorithmen erzielt, wenn sie Hörgeräte-typische Adaptationszeiten im Bereich von maximal 50-100 ms aufweisen. Verbesserungen wurden bisher nur für Algorithmen mit deutlich höheren Adaptationszeiten erzielt. Die bisherigen Ergebnisse dazu werden zusammengefaßt und mögliche Gründe für die mangelnde Rauschunterdrückung diskutiert. Basierend darauf wird ein Lokalisationsmodell vorgestellt, was ein robuste Lokalisationsleistung im Störgeräusch basierend auf statistischen Signalmerkmalen erlaubt und Möglichkeiten zur Verbesserung binauraler Algorithmen eröffnet. Mögliche Algorithmen zur Störgeräuschunterdrückung basierend auf dem Modell werden diskutiert.

Di. 16:05 Uhr Raum FO 3

Sprachkommunikation

Hands-Free Communication: A Unified Concept of Acoustic Echo Cancellation and Residual Echo SuppressionG. Enzner*RWTH Aachen*

An essential feature of hands-free communication systems is the acoustic echo control (AEC) unit. Our contribution presents a compilation of the important building-blocks of a linear AEC unit: That comprises an acoustic echo canceler performing magnitude-and-phase estimation of the acoustic echo and, moreover, a postfilter for residual echo suppression. The postfilter only corrects the magnitude of its input signal and, therefore, still works in situations where magnitude-and-phase cancellation fails.

An AEC unit is supposed to maximize the feedback attenuation in a duplex connection and to minimize the distortion of the useful signal. The key to that is the synchronization of echo cancellation and postfiltering. That means there must be an interaction between both filters. This interaction (based on the convergence state of the echo canceler) is most obvious when both echo cancellation and postfiltering are implemented in the frequency-domain.

The paper is organized as follows: After an introduction to the milestones of echo cancellation and postfiltering, we briefly clarify the mechanism of residual echo. Next, the concept of frequency-domain adaptive filtering (FDAF) for acoustic echo cancellation is recalled. An algorithm for postfiltering is given by the Wiener filter in the DFT domain. The interaction of both filters is then defined by means of the residual echo power spectral density. It is the essential control parameter that echo cancellation and postfiltering have in common. Eventually, the performance of our AEC unit is demonstrated with simulations in various acoustic environments.

Di. 16:30 Uhr Raum FO 3

Sprachkommunikation

Schätzung des Restechos mit Hilfe eines Mikrofonarrays

Markus Kallinger*, Jörg Bitzer**, Karl-Dirk Kammeyer*

**Universität Bremen, Arbeitsbereich Nachrichtentechnik, **Houper Digital Audio*

Der Echokompensator stellt die im systemtheoretischen Sinn optimale Lösung zur Unterdrückung akustischer Echos in Freisprech-Einrichtungen dar. In einer realen Anwendung und bei dem Vorhandensein von Störungen können aber zusätzliche Maßnahmen zur Dämpfung der Echos notwendig werden. Die Verwendung adaptiver Post-Filter ist eine dieser Möglichkeiten. Die Post-Filter werden meistens zusammen mit einem Echokompensator eingesetzt. Um ein Post-Filter richtig zu entwerfen, muss das Auto-Leistungsdichtespektrum des Restechos, das nach dem Echokompensator entsteht, genau geschätzt werden. In diesem Beitrag wird zu diesem Zweck ein neues Schätzverfahren vorgestellt, das auf einem Mikrofonarray basiert. Die Schätzwerte können vor allem bei dem Auftreten von additiven Interferenzen, zu denen ein naher Sprecher zählt, starke Abweichungen aufweisen. Unter Ausnutzung des bekannten Minimum Statistik-Verfahrens sowie räumlicher Informationen kann jedoch die Robustheit der Schätzwerte deutlich erhöht werden. Auch in Situationen mit starkem Gegensprechen kann das Restecho zuverlässig geschätzt werden.

Di. 16:55 Uhr Raum FO 3

Sprachkommunikation

Graceful Degradation in ADPCM Speech TransmissionT. Fingscheidt*ICM Mobile Phones, Siemens AG*

Speech transmission in digital cordless telephony standards like DECT, PHS, and PACS employ the 32 kbit/s G.726 ADPCM speech codec. In case of adverse channel conditions an error concealment technique must be applied to guarantee an acceptable speech quality. The standards do not specify a mandatory error concealment mechanism, accordingly there is room for new solutions to improve the decoding process of disturbed speech frames.

We propose to use the softbit speech decoding framework for error concealment purposes. It requires a frame reliability information from the demodulator giving an estimate of the mean bit error probability in the current frame of $10ms$. Since entropy measurements of the 4-bit ADPCM speech codec parameter yield $H = 3.62bit$, there is a redundancy of $R = 4bit - H = 0.38bit$ that can be exploited as so-called a priori knowledge in the softbit decoder.

Application of softbit decoding minimizes the mean squared error of the ADPCM residual signal. Its performance however is also very sensitive to a proper value of a scale factor. Because the scale factor itself depends on previously received ADPCM parameters, it must be estimated as well using a backward adaptation.

The robustness of the ADPCM softbit speech decoder outperforms state of the art mechanisms to conceal bit errors in cordless telephony systems. The new algorithm encloses an inherent muting mechanism leading to a graceful degradation of speech quality in case of adverse transmission conditions. If the channel is error free, bit exactness as required by the standards can be preserved.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 3

Sprachkommunikation

Artificial Bandwidth Extension of Speech SignalsPeter Jax*RWTH Aachen, Institut für Nachrichtengeräte und Datenverarbeitung*

In today's digital telephone networks the acoustic bandwidth of speech signals is still limited to the range of about $300 Hz$ to $3.4 kHz$ due to the evolution from analogue transmission systems. This is the reason for the limited quality and intelligibility of „telephone speech“. The objective of this contribution is the artificial bandwidth extension of speech signals. The aim is to improve the speech quality at the receiving point without transmitting any additional side information about the original wideband speech signal across the telephone link.

The concept of artificial bandwidth extension is based on a linear source-filter model of the speech production process. For short quasi-stationary segments of the narrowband speech signal, the parameters of the (wideband) model are estimated. These parameters are subsequently utilized to estimate the missing components of the speech signal. In our approach the relationship between the parameters of the source-filter model and the properties of the narrowband speech is described by a Hidden Markov Model (HMM). The parameter estimation is based on a statistical approach which takes different features of the bandlimited speech into account. The narrowband input signal is classified into a limited number of typical speech sounds for which the wideband spectral envelope is estimated using the pre-trained HMM. By this technique a wideband counterpart of the narrowband input speech signal is produced, comprising frequency components up to 7 kHz . In comparison to the narrowband input speech, the enhanced speech exhibits a significantly improved quality without objectionable artifacts.

Di. 17:45 Uhr Raum FO 3

Sprachkommunikation

Synthetische Tiefpaß-Erweiterung von Telefonsprache

U. Kornagel

TU-Darmstadt, FG Theorie der Signale

Sprachsignale werden in der Regel mit einer Bandbreite von 0.3 kHz bis 3.4 kHz durch Telefonsysteme übertragen, was zu der bekannten Qualitätsminderung führt. Als Abhilfe kann auf der Empfängerseite ein Algorithmus zur synthetischen Bandbreiten-Erweiterung eingesetzt werden. Das Ziel hiervon ist die Erzeugung spektraler Komponenten in den Frequenzbereichen von der unteren Hörschwelle bis zu 0.3 kHz (die Tiefpaß-Erweiterung) und von 3.4 kHz typischerweise bis zu 8 kHz (die Hochpaß-Erweiterung), ohne zusätzliche Information zu übertragen. In dieser Veröffentlichung wird ein neues Verfahren zur Tiefpaß-Erweiterung vorgestellt. Es kann jedem Hochpaß-Erweiterungssystem angehängt werden.

Der Ausgangspunkt der Tiefpaß-Erweiterung ist das Sprachsignal, das von einem traditionellen Hochpaß-Erweiterungsverfahren geliefert wird. Es kann mittels der LPC-Analyse rahmenweise in die spektrale Einhüllende und das spektral flache Restfehlersignal zerlegt werden. (Diese Komponenten können ggf. schon aus dem Hochpaß-Erweiterungsverfahren übernommen werden.) Aus diesen beiden Komponenten wird das Tiefpaß-Anregungssignal und das Tiefpaß-Formfilter unterhalb 300 Hz berechnet. Der gesuchte Tiefpaß-Signalanteil wird gemäß dem linearen Modell der Spracherzeugung durch Anregung des Formfilters mit dem Anregungssignal erzeugt.

Als Tiefpaß-Formfilter wird ein ARMA Filter mit einer festgelegten Durchlaß-Charakteristik unterhalb 300 Hz verwendet. Der einzige Freiheitsgrad ist ein zusätzlicher Faktor zu Anpassung der Verstärkung. Dieser wird so berechnet, daß die spektrale Neigung zu Frequenzen unterhalb 300 Hz mittels des angepaßten ARMA Filters fortgesetzt wird. Die spektrale Neigung wird aus der spektralen Einhüllenden berechnet. Der Einfluß des Verstärkungsfaktors auf den Erweiterungsvorgang ist offensichtlich. Daher kann eine Nachverarbeitung einfach realisiert werden. Die bei einem Codebuch-Ansatz beobachteten rumpelnden Störgeräusche treten bei der vorgeschlagenen Methode nur noch sehr abgeschwächt auf.

Di. 11:50 Uhr Raum FO 4 Sprachsynth. & Stimmschallanalyse

Artikulatorische und akustische Methoden in der Diagnostik und Therapie von Sprechstörungen

B. J. Kröger, A. Diem

*Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen,
Universitätsklinikum der RWTH Aachen*

Im Bereich der Diagnostik und Therapie von Sprechstörungen (motorische Störungen bei der Sprachentwicklung, Störungen aufgrund von Schädigungen der Sprechorgane, erworbene zentrale Sprechstörungen wie Dysarthrien oder Sprechapraxien) werden zunehmend akustische und artikulatorische Verfahren eingesetzt. Die Diagnostik von Sprechstörungen ist zumeist perzeptiv und damit aufwendig (mehrere Beurteiler) und schwer objektivierbar. Es soll in diesem Beitrag am Beispiel der Messung von Sprechverständlichkeit gezeigt werden, inwieweit akustische Methoden zur Objektivierung und Vereinfachung der audio-visuellen Untersuchungen eingesetzt werden können. Im zweiten Teil des Beitrages soll über den Einsatz eines artikulatorischen Modells zur Visualisierung von Sprechbewegungen in der Therapie von Sprechstörungen berichtet werden.

Di. 12:15 Uhr Raum FO 4 Sprachsynth. & Stimmschallanalyse

Eine komparative Studie artikulatorischer Rekonstruktion anhand akustischer Daten

Christian Geng, Bernd Pompino-Marschall, Ralf Winkler

Zentrum für allgemeine Sprachwissenschaft

Es gibt eine Reihe von artikulatorischen Synthesemodellen, deren Einsatz in Studien zur perzeptiven Phonetik jedoch relativ selten zu sein scheint. Das gängigste Synthesemodell ist wahrscheinlich nach wie vor die Formantsynthese. Die Ursache dafür liegt in der einfacheren Parametrisierung der Formantsynthese: Dort gehen Formanten und Bandbreiten direkt als Kontrollparameter für die Sprachschallgenerierung

ein. In der artikulatorischen Synthese ist dieser Zusammenhang mittelbarer: Akustische Information muss mit Areafunktionen, welche ihrerseits spektrale Information generieren, in Beziehung gesetzt werden. In dieser Arbeit soll der Frage nachgegangen werden, ob im Rahmen eines artikulatorischen Synthesemodells eine qualitativ mit der Formantsynthese vergleichbare experimentelle Kontrolle von Formant- und Bandbreiteninformation erreichbar ist. Dazu sollen selektiv Ansätze der Inversion von akustischer in artikulatorische Information empirisch verglichen werden. Die artikulatorische Datenbasis besteht aus mittels Magnetresonanztomographie (MRT) vermessenen dreidimensionalen Areafunktionen, das artikulatorische Modell besteht in einer Singulärwertzerlegung der Abweichungen von der durchschnittlichen Areafunktion. Die Ermittlung der Übertragungsfunktion (128 Punkte, 0...10 kHz) erfolgt mittels des Modells von Sondhi und Schroeter [1]. Die Ermittlung der Zentralfrequenzen wird mittels Peak-Picking und parabolischer Interpolation realisiert, zur Bandbreitenextraktion wird ein binärer Suchalgorithmus verwendet. Als zu vergleichende Inversionsmethoden dienen eine mit dem Original vergleichbare Implementation der Technik von Story und Titze [4] und ein Simulated Annealing-Ansatz ([1], zitiert nach [2]). Die konkurrierenden Ansätze werden (a) artikulatorisch anhand der Qualität rekonstruierter Areafunktionen und (b) akustisch anhand von Distanzen in Formanten und Bandbreiten evaluiert.

[1] Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D., Jr. und Vecchi, M.P. (1983). Optimization by simulated annealing. *Science*, Vol. 220(4598), pp.671.

[2] Press, W.H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W.T. und Flannery, B.P. (1992). *Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing*, 2. Ausgabe. Cambridge University Press.

[3] Story, B. und Titze, I. R. (1998). Parametrization of vocal tract area functions by empirical orthogonal modes. *Journal of Phonetics*, Vol. 26, pp. 223-260.

[4] Sondhi, M. M. und Schroeter, J. (1987). A hybrid time frequency domain articulatory speech synthesizer. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Vol. 35, pp. 955-967.

Di. 12:40 Uhr Raum FO 4 Sprachsynth. & Stimmschallanalyse

Sprachsynthese mit prosodischen Phrasenbausteinen

J. Trouvain, Th. Blug

Universität des Saarlandes, Phonetik

Viele automatisierte Ansagen in Dialogsystemen werden nicht durch eine vollständige Text-to-Speech-Synthese (TTS) erzeugt, sondern durch

ganze aufgenommene Sätze (Voice-Prompts) oder durch die Zusammenfügung einzelner Wörter oder Satzteile („Satzteilsynthese“). TTS-Synthese kann wohl jeden Text wiedergeben, erreicht bei vielen Benutzern aber nicht die erforderliche Akzeptanz bezüglich Verständlichkeit und Natürlichkeit. Voice-Prompts sind hier im Vorteil, bieten aber keine Flexibilität bei der Textgenerierung. Eine Satzteilsynthese dagegen ist anpassungsfähiger, ihr fehlt allerdings die Natürlichkeit von Voice-Prompts.

Daher ist es günstig eine Satzteilsynthese mit einer Natürlichkeit ähnlich der von Voice-Prompts anzuvisieren. Eine phonetische Analyse einiger Beispiele aus alltäglichen Anwendungen hat ergeben, dass sehr häufig eine sub-optimale prosodische Realisierung für die eher mittelmäßige Qualität der Satzteilsynthese verantwortlich ist. Dies betrifft Rhythmus, Pausierung, Intonation und die Intensität der zu konkatenierenden Bausteine. Es bietet sich daher an, prosodische Phrasen statt den rein text-basierten Einheiten wie „Satzteile“ oder Einzelwörter für die gesprochenen Aufnahmen als Grundeinheit anzunehmen.

Um die Natürlichkeit einer prosodisch fundierten Phrasensynthese zu überprüfen, wurde ein Präferenztest mit 15 Versuchspersonen durchgeführt. In einem Dialogsystem wurde die Sprachausgabe mit drei verschiedenen Methoden generiert: „herkömmliche“ Satzteilsynthese vs. prosodische Phrasensynthese vs. Voice-Prompt. Wie vermutet zeigen die Ergebnisse klar, dass die Reihenfolge Voice-Prompt → prosodische Phrasensynthese → Satzteilsynthese signifikant bevorzugt wird.

Auch wenn nicht die Natürlichkeit von Voice-Prompts erreicht wird, zeigt eine Phrasensynthese, die prosodische Eigenschaften berücksichtigt und entsprechende Bausteine benutzt, einen entscheidenden Vorteil gegenüber den üblich verwendeten Satzteilsynthesen. Dieser Vorteil kann in vielen Anwendungen zu einer Erhöhung der Akzeptanz „synthetischer“ Sprache genutzt werden.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 4 Sprachsynth. & Stimmschallanalyse

Akustische Analyse pathologischer Stimmen in fortlaufender Sprache

H. W. Strube¹, D. Michaelis², J. Lessing^{1,2}

¹Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen; ²Abt. Phoniatrie und Pädaudiologie, Universität Göttingen

In Kooperation zwischen Physik und Phoniatrie (Univ. Göttingen) werden akustische Analyseverfahren zur Bewertung von Stimmpathologien entwickelt. Über Verfahren für isolierte Vokale hinaus ist die Analyse fortlaufender Sprache für realistischere Bewertung erforderlich. Dazu wurde eine automatische Erkennung stimmhafter und stimmloser Laute entwickelt, die auch bei hochgradig gestörten Stimmen funktioniert.

Neben Messgrößen, die denen gehaltener Vokale entsprechen (z.B. Göttinger Heiserkeitsdiagramm), werden dynamische und statistische Größen betrachtet, z.B. Stimmfeld, VOT, Pausenzeiten. Die akustischen Verfahren werden durch Videoauswertungen ergänzt.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 4 Sprachsynth. & Stimmschallanalyse

Analyse von 3D MRT-Datensätzen des menschlichen Vokaltraktes

J. Behrends, P. Hoole, A. Wismüller

Ludwig-Maximilians-Universität München

Die Magnetresonanztomographie (MRT) als modernes Schnittbildverfahren in der medizinischen Diagnostik ermöglicht die in vivo Analyse der dreidimensionalen Struktur des menschlichen Vokaltraktes. Innovative Methoden zur computerunterstützten Bildanalyse und automatischen Mustererkennung ermöglichen hieraus die Gewinnung akustisch-artikulatorischer Modelle als einen wesentlichen Beitrag zur Grundlagenforschung in der Phonetik und zur Konstruktion technischer Systeme für die Sprachsynthese. Hierzu werden MRT-Untersuchungen während des Phonationsaktes in unterschiedlicher Schnittführung durchgeführt.

Die anatomisch korrekte Registrierung dieser Daten durch „Automated Image Registration“ (AIR, Woods 1998) ermöglicht die hochpräzise 3D-Rekonstruktion des VoDie Magnetresonanztomographie (MRT) als modernes Schnittbildverfahren in der medizinischen Diagnostik ermöglicht die in vivo Analyse der dreidimensionalen Struktur des menschlichen Vokaltraktes. Innovative Methoden zur computerunterstützten Bildanalyse und automatischen Mustererkennung ermöglichen hieraus die Gewinnung akustisch-artikulatorischer Modelle als einen wesentlichen Beitrag zur Grundlagenforschung in der Phonetik und zur Konstruktion technischer Systeme für die Sprachsynthese. Hierzu werden MRT-Untersuchungen während des Phonationsaktes in unterschiedlicher Schnittführung durchgeführt.

Die anatomisch korrekte Registrierung dieser Daten durch „Automated Image Registration“ (AIR, Woods 1998) ermöglicht die hochpräzise 3D-Rekonstruktion des Vokaltrakts in isotroper Auflösung.

Nach halbautomatischer Segmentierung zur Extraktion des Ansatzrohres mittels 3D Region Growing nach Einsetzen computertomographischer Datensätze von Gebissabdrücken wird durch eine selbstorganisierende 1D-Merkmalsskizze (Kohonen 1988, Der 1998) eine gekrümmte Mittellinie errechnet, wodurch der Vokaltrakt durch eine Kaskade von Zylindern charakteristischer Querschnittsflächen als Areafunktion approximiert werden kann. Dadurch ist ein dreidimensionaler Verlauf der Mittellinie gewährleistet, der Asymmetrien des Vokaltraktes besser

Rechnung tragen kann als herkömmliche Verfahren auf Basis midsagittaler MRT-Schnitte.

Die in vivo MRT-Analyse des menschlichen Phonationsaktes liefert somit wertvolle Erkenntnisse an der Nahtstelle zwischen akustischer Phonetik, medizinischer Diagnostik und digitaler Bildverarbeitung, kaltrakt in isotroper Auflösung.

Nach halbautomatischer Segmentierung zur Extraktion des Ansatzrohres mittels 3D Region Growing nach Einsetzen computertomographischer Datensätze von Gebissabdrücken wird durch eine selbstorganisierende 1D-Merkmalsskizze (Kohonen 1988, Der 1998) eine gekrümmte Mittellinie errechnet, wodurch der Vokaltrakt durch eine Kaskade von Zylindern charakteristischer Querschnittsflächen als Areafunktion approximiert werden kann. Dadurch ist ein dreidimensionaler Verlauf der Mittellinie gewährleistet, der Asymmetrien des Vokaltraktes besser Rechnung tragen kann als herkömmliche Verfahren auf Basis midsagittaler MRT-Schnitte.

Die in vivo MRT-Analyse des menschlichen Phonationsaktes liefert somit wertvolle Erkenntnisse an der Nahtstelle zwischen akustischer Phonetik, medizinischer Diagnostik und digitaler Bildverarbeitung.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 4 Sprachsynth. & Stimmchallanalyse

A Potential-Function Parameterisation of Vowel Acoustics

Barbara J. Forbes¹, E. R. Pike²

¹DEME, The Open University, Walton Hall, Milton Keynes (UK),

²Dept. Physics, King's College, Strand, London (UK)

A model of vowel acoustics deriving from the acoustical Klein-Gordon equation is described. It is shown that the tract area function is in a many-to-one mapping with the Klein-Gordon „potential function“, and that the latter is a more compact and accurate descriptor of the one-dimensional wave propagation. A time-independent perturbation analysis is found to lead to an 8-bit vocal-tract model that generates the formant shifts appropriate to a full vowel space. Aural simulations obtained by finite difference solution of the lossless Klein-Gordon equation are presented for a 28-vowel system. It is claimed that the 8-bit parameterisation is considerably more compact than that allowed by cylindrical „n-tube“, or conical, models. Analytic lossy methodologies are proposed for improving the aural quality of the vowel samples.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 4 Sprachsynth. & Stimmschallanalyse

Anwendung von Spracherkennern für die Klassifikation von Schnarchlauten

R. Hoffmann*, T. Richter**

*TU Dresden, **voiceINTERconnect GmbH Dresden

In der akustischen Praxis treten immer wieder Klassifikationsprobleme auf, die erfolgreich durch die Anwendung von Spracherkennern gelöst werden können. Im vorliegenden Fall bestand die Aufgabe, Schnarchlaute zu klassifizieren. Die Eignung von zwei Worterkennern (einem DTW- und einem HMM-Erkennen) wurde untersucht, um in einem gegebenen Testkorpus sowohl zwischen Schnarch- und sonstigen Lauten als auch zwischen pathologischem und „harmlosem“ Schnarchen zu unterscheiden. Letzteres ist von Bedeutung für die Erkennung lebensbedrohlicher Zustände (Schlafapnoe).

Di. 15:40 Uhr Raum FO 4

Körperschall

Die Bestimmung des Spannungszustandes von Halteseilen durch Laufzeitmessungen akustischer Signale

R. Tschakert

Technische Universität Berlin

Der Spannungszustand von Halteseilen kann durch Laufzeitmessungen akustischer Signale mit Abweichungen von wenigen Prozent bestimmt werden. Die erforderlichen Eingangsgrößen (Länge, Masse des Seils) sind bekannt. Die im Allgemeinen ungenaue Abschätzung der Biegesteife des Seils ist nicht erforderlich. Im Vergleich mit einer Frequenzmethode ergeben sich sehr gute Übereinstimmungen der Ergebnisse.

Di. 16:05 Uhr Raum FO 4

Körperschall

Der Nahfeldfehler ebenen Platten in Bereich unterhalb der Koindenzfrequenz

Gerhard Hübner, David Kandelaki

Universität Stuttgart

Der Nahfeldfehler, verstanden als Abweichung der nach dem Schalldruckhüllflächen-Verfahren ermittelten Schallleistung einer Schallquelle gegenüber der betreffenden „wahren“ Schallleistung, wie diese durch Schallintensitätsmessungen bestimmt werden kann, wird für schwingende, ebene Metallplatten untersucht. Die Oberfläche von Maschinen und Geräten besteht vielfach abschnittsweise aus derartigen Platten, so dass die durchgeführten Untersuchungen als ein erster Untersuchungsschritt für die tatsächlich räumlich geschlossenen, schwingenden Maschinen/Geräte Oberflächen verstanden werden kann.



Da nach den international mit GUM (=Guide to the Expression of Uncertainty in Measurements) vorgegebenen Regeln eine nach verschiedenen Verfahren gemessene physikalische Größe nicht zu systematisch verschiedenen Resultaten führen darf, besteht danach auch die Aufgabe, den Nahfeldfehler einer Schalldruck-bestimmten Maschinen-Schallleistung als Korrektur für diese Verfahren einzuführen und für praktisch Gegebenheiten nach Möglichkeit zu quantifizieren.

Ein wesentlicher Parameter für die Schallabstrahlung ebener Platten ist bekanntlich deren Biegewellen-Grenzfrequenz f_g . Für homogene Stahlplatten liegt f_g bei Plattendicken von 0,5 bis 5,0 mm zwischen 24 kHz und 2,4 kHz, so dass für die meisten Blechverkleidung die Relation Biegewellenlänge $l_B < \text{Luftschallwellenlänge } l_L$ durchgängig besteht. Dem für die Geräuschemission solcher Platten interessierenden Frequenzbereich ist somit auch, wie in dieser Untersuchung, $l_B/l_L < 1$ vorauszusetzen.

Während bekanntlich die unendlich grosse Biegeschwingungen ausführende Platte keine Schallleistung abstrahlt und die Amplitude des vorgelagerten Schalldruckfeldes mit der Entfernung relativ schnell exponentiell abnimmt und die halibunendliche, einseitig eingebettet schwingende Platte in wesentlich Schalldruck und Leistung nur von ihrer einen einseitigen Begrenzung und dies auch stark abhängig von den Einspannbedingungen generiert, interessiert für praktische Gegebenheiten die vierseitig eingespannte, endlichgrosse rechteckige Platte, die hier theoretisch und experimentell untersucht wird und für die es erst sinnvoll ist, einen Nahfeldfehler zu diskutieren.

Di. 16:30 Uhr Raum FO 4

Körperschall

Gezielte Ausbreitung von Körperschall in ebenen Strukturen

M. Stein, R. Nordmann

Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Mechatronik und Maschinenakustik

Die Strukturintensität stellt in der Maschinenakustik eine geeignete Größe dar, um die durch Erregung einer Struktur eingebrachte Energie und deren Verteilung zu beschreiben. Sie setzt sich aus dem Produkt des Spannungsvektors und des Geschwindigkeitstensors zusammen und besitzt vektoriellen Charakter. Mit Hilfe der Finite Elemente Methode (FEM) lassen sich ihre Komponenten nach Betrag und Phase beziehungsweise Real- und Imaginärteil berechnen. Die Verteilung der Strukturintensität sowie die räumliche Orientierung sind über dem betrachteten Frequenzbereich veränderlich und lassen Rückschlüsse über den Transport der eingeleiteten Leistung durch den Körper zu. Dabei unterscheidet man zwischen aktiven und reaktiven Leistungsflüssen. Anhand einer ebenen Plattenstruktur werden die charakteristischen

Merkmale der Körperschalleitung analysiert und auf eine gezielte frequenzabhängige Ausbreitung durch konstruktive Maßnahmen erweitert. Im Anschluss wird das Phänomen untersucht, dass bei Plattenabsätzen eine Orientierung der Strukturintensität in Ausdehnungsrichtung der Absätze bewusst erzeugt werden kann. Die Wirksamkeit dieser Maßnahme im Frequenzbereich ist insbesondere von den geometrischen Abmessungen des Absatzes abhängig, dabei spielt das Verhältnis der unterschiedlichen Wandstärken der Plattenbereiche die größte Rolle. Es lässt sich außerdem zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen den Eigenfrequenzen des dünnen Teils der Platte und dem Frequenzbereich der übertragenen Leistungsflüsse besteht. Der Transfer dieser Erkenntnisse auf die Gestaltung von Rippen wird im Anschluss vollzogen.

Di. 16:55 Uhr Raum FO 4

Körperschall

Schallabstrahlung von teilweise geöffneten Strukturen

Jens Prager, Björn A.T. Petersson

TU Berlin, Institut für Technische Akustik

In Hinblick auf eine vereinfachte Modellbildung zur Schallabstrahlung von Kraftfahrzeugen ins Freifeld sollen Annahmen untersucht werden, die die Kopplung zwischen den verschiedenen Quellen innerhalb des Motorraumes unter Beachtung der Korrelation sowie deren Energieübertragung und Abstrahlung in das umgebende Fluid beschreiben. Im Mittelpunkt dabei steht die analytische Behandlung des Problems um einen detaillierten Einblick in die physikalischen Zusammenhänge zu bekommen. Zur Überprüfung der analytischen Untersuchungsergebnisse werden diese mit Modellmessungen verglichen.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 4

Körperschall

Equivalent surface approach in modelling of rough elastic contact in rolling bearings

João Henrique Diniz Guimarães

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

The knowledge about the mechanisms of generation of vibration in machines is important for condition monitoring and diagnostic. One of the causes of vibration in rolling bearings concerns the interaction between its moving parts. This work presents a physical model for the contact between rolling elements and races in a rolling bearing. It associates the roughness of the partners in contact to a unique equivalent rough surface. Using general frictionless elastic theory of contact, the displacements and the distribution of forces within the contact area can be determined. This calculation can be repeated through the whole equivalent profile in order to determine the excitation signal imposed to the machine in dependence on factors like radial load and the state of the surface.

The final aim of this investigation is to try to correlate the degree of damage and wear conditions of the surfaces of the rolling bearing with the excitation signal generated by the interaction of its moving parts.

Di. 17:45 Uhr Raum FO 4

Körperschall

Zerstörungsfreie Prüfung von Abwasserkanälen mit akustischen Sensoren

J. Herbst

Institut für Mess- und Regelungstechnik, Universität Karlsruhe

Mit einem zerstörungsfreien akustischen Prüfverfahren werden im Rahmen eines DFG-Projektes zur „Schadensdiagnose an Abwasserkanälen mit Multisensorsystemen“ Schäden an erdverlegten Abwasserrohren untersucht. Häufig entstehen in der Rohrumgebung infolge in- bzw. exfiltrierenden Grundwassers Hohlräume, die sich bis zur Straßen- oder Erdoberfläche ausbreiten können und ein Gefährdungspotential sowohl für den Straßenverkehr als auch für den Kanal selbst darstellen. Infolge der reduzierten seitlichen Stützkraft der Bettung entstehen u.U. Risse und es kommt im fortgesetzten Stadium zur Scherbenbildung. Das Rohr kollabiert. Die Hohlräume in der unmittelbaren Rohrumgebung können mit einem Rohr-Impactometer, das auf dem Impact-Echo-Verfahren basiert, lokalisiert werden. Hierzu wird das Abwasserrohr von der Rohrrinnenseite über einen pneumatisch angetriebenen Hammer impulsförmig angeregt. Der Impuls breitet sich allseitig im Rohr aus und regt das Rohr zu Eigenschwingungen an, die mittels Beschleunigungssensoren gemessen werden. Aus dem Energiegehalt der Signale können Rückschlüsse auf die Bettungsbedingungen eines Rohres gezogen werden. Numerische Simulationen haben gezeigt, dass eine Berechnung des Energiegehaltes ausgewählter Eigenmoden eine Detektion dieser Hohlräume ermöglicht. Weiterhin erlaubt das Rohr-Impactometer die Detektion von hydraulisch wirksamen Rissen über eine Bestimmung der Laufzeit der Signale. Damit werden zwei bedeutende Schadensarten mit einem Sensorsystem erfasst.

Di. 11:50 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Kavitationseffekte bei Zellchirurgie mit Nanosekunden- und Femtosekundenlaserpulsen

A. Vogel, N. Steiner, I. Apitz, K. Nahen, A. Guerra, V. Venugopalan, B. Sägmüller, K. Schütze

Medizinisches Laserzentrum Lübeck

Kurze, in ein Mikroskop mit hoher numerischer Apertur eingekoppelte Laserpulse werden für die Transfektion von Genen durch transiente Permeabilisierung der Zellmembran eingesetzt. Dazu werden die Pulse entweder auf die Membran fokussiert („Optoinjektion“) oder in das nahegelegene Kulturmedium („Optoporation“). Bislang wurden Nanosekundenpulse mit 337 nm, 532 nm und 1064 nm Wellenlänge und 100 – fs Pulse mit 800 nm Wellenlänge verwendet.

Wir fanden durch Experimente mit 6 – ns Pulsen, die mit $NA = 0.9$ in Wasser fokussiert wurden, dass die Energiedeposition im Laserfokus auf Plasmabildung beruht. Die Plasmabildungsschwellen (1,9 μJ bei 532 nm und 18 μJ bei 1064 nm Wellenlänge) entsprechen den jeweiligen Schwellenwerten für die Optoinjektion. Das expandierende Plasma erzeugt Stoßwellen mit einer Amplitude von 1 – 2 GPa und Kavitationsblasen, deren Maximalradius an der Plasmabildungsschwelle 45 μm bei 532 nm und 150 μm bei 1064 nm Wellenlänge beträgt. Die Erzeugung großer Blasen wurde auch bei der Optoinjektion von Zellen kurzzeitfotografisch dokumentiert. Mit 10 μJ Pulsen bei 532 nm wird in 30 – 60 μm Umkreis um den Laserfokus eine Optoporation ohne Verlust der Zellvitalität erreicht. Dies wird auf die kombinierte Wirkung des Stoßwellendrucks (46 – 96 MPa im genannten Bereich) und der Zelldeformation durch die Blasenoszillation zurückgeführt. Numerische Simulationen zeigten, dass bei der Plasmabildung mit Femtosekundenpulsen, die unter Druckeinschlußbedingungen stattfindet, thermoelastische Effekte zu starken Zugwellen im Laserfokus führen, durch die es bereits bei Temperatursprüngen von 11 K zur Blasenbildung kommt. Außerdem werden bereits unterhalb der Schwelle für die Blasenbildung Plasmen geringer Elektronendichte erzeugt, die chemische Bindungsbrüche an Biomolekülen verursachen. Dadurch wird es möglich, eine wesentlich schonendere Membrandissektion zu erreichen als mit Nanosekundenpulsen. Dies kann wahrscheinlich dazu genutzt werden, auch die Membran des Zellkerns zu permeabilisieren.

Di. 12:15 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Die Bedeutung von Kavitationsblasen für transiente Membranpermeabilisierung und ZellschädigungBernhard Wolfrum, Claus-Dieter Ohl*, Robert Mettin, Thomas Kurz, Werner Lauterborn*Drittes Physikalisches Institut - Uni Göttingen, *Department of Applied Physics - Physics of Fluids - TU Twente*

Seit Erfindung der extrakorporalen Lithotripsie finden Stoßwellen vielfältige Anwendung in der Medizin. In der Praxis können bei diesem Verfahren der Steinzertrümmerung Gewebeschädigungen als Nebeneffekt auftreten. Es wurde gezeigt, dass Stoßwellen auch die Aufnahme von extrazellulären Molekülen erleichtern können. Das Einschleusen von normalerweise nicht membranpermeablen Molekülen in Zellen (drug delivery) ist eine wesentliche Voraussetzung für andere medizinische Anwendungen wie z.B. die Gentherapie. Wir zeigen hier, dass Zellpermeabilisierung und die Aufnahme von FITC-Dextran nach Stoßwellenapplikation in vitro durch Kavitationsblasen verursacht wird. Die Kavitationsblasen entstehen in der nach dem Stoß auftretenden Unterdruckphase und kollabieren weniger als 200 μs später. Dabei wird ein starkes Strömungsfeld erzeugt, welches zur Ablösung vom Substrat, zur transienten Permeabilisierung und zur Zerstörung der Zellen führen kann. Befinden sich Kavitationskeime in der umgebenden Flüssigkeit, so wird die Ausbildung von Kavitationsblasen erleichtert. Die Blasendynamik wurde mit dem Keller-Miksis Modell berechnet und mit mikroskopischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen verglichen. Bereits geringe Unterdruckamplituden von weniger als 2 MPa reichen aus, um Levovist Kontrastmittelblasen auf mehr als das 30-fache ihres ursprünglichen Radius aufzuziehen und Zellen im darauf folgenden

Di. 12:40 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Messungen zur Suche nach kavitationsinduzierter NeutronenemissionReinhard Geisler¹, W.-D. Schmidt-Ott², T. Kurz², W. Lauterborn²¹*Zweites Physikalisches Institut*, ²*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

Beim Kollaps von Kavitationsblasen können im Blaseninneren extreme Drücke und Temperaturen entstehen. Diese Bedingungen führen u.a. zur Emission kurzer Lichtblitze im Augenblick des Kollapses (Sonolumineszenz oder Kavitationslumineszenz).

Diese Tatsache hat seit Jahren zu Spekulationen um die Möglichkeit einer kavitationsinduzierten Kernfusion („Sonofusion,“) geführt. Eine von Taleyarkhan et al. (Science 295, 1868 (2002)) veröffentlichte Messung

einer Neutronenemission in kavitierendem deuterierten Aceton, die korreliert mit dem Auftreten von Sonolumineszenz sei, wurde kontrovers aufgenommen und konnte bisher nicht reproduziert werden (D. Shapira and M. Saltmarsh, Phys. Rev. Lett. 89,104302 (2002)).

In diesem Beitrag werden Untersuchungen an transienten Einzelblasen vorgestellt, die durch optischen Durchbruch im Fokus eines Puls lasers in verschiedenen deuterierten Flüssigkeiten erzeugt wurden. Diese Messungen unter definierten Bedingungen sollen zur Klärung der Frage beitragen, ob in den hierbei realisierten Kavitationsblasen Sonofusion auftritt.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Observation of high-intensity multibubble sonoluminescence in concentrated sulfuric acid

T. Lepoint¹, F. Lepoint-Mullie¹, S. Labouret¹, J-M. Levêque², C. Pétrier², D. Krefting³, R. Geisler³, R. Mettin³, T. Kurz³, W. Lauterborn³

¹*Institut Meurice, Bruxelles (Belgium)*, ²*Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement, ESIGEC-Université de Savoie, Le Bourget-du-Lac (France)*, ³*Drittes Physik. Institut Göttingen*

Multibubble sonoluminescence sufficiently intense to be detected in an illuminated room was observed during the insonation of 97-98% H_2SO_4 containing noble gases [case (i): a 40 ml cylindrical reactor with an immersed horn working at 20.1 kHz; case (ii): a 'fluorescence' 3 ml cuvette acoustically driven at 92 or 194 kHz by means of a glued PZT]. Two types of investigations were carried out. In one part, UV/visible/near-IR emission spectra consisted of two broad continua over which features from the intracavity gas (Kr vs Xe) were observed. In the other part, bubble dynamics in the respective acoustic cavitation bubble fields was monitored by high speed videography. The sonoluminescent sites have the form of a montgolfiere in the case of the dipped horn and of a ring in the case of the fluorescence cell at 194 kHz.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Kavitationsblasentstehung an PartikelnC.-D. Ohl¹, M. Arora¹, K. A. Moerch²¹*Department of Applied Physics, Physics of Fluids, TU Twente, Enschede (The Netherlands),* ²*Department of Physics, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark*

Wird eine Flüssigkeit einer Zugspannung ausgesetzt, können kleine Bläschen dann ungehindert anwachsen, wenn die Amplitude des Unterdruckes die Oberflächenspannung der Blase überschreitet. Im allgemeinen sind aber kleine Blasen in nicht überstättigten Flüssigkeiten instabil, d.h. sie lösen sich in endlicher Zeit auf, und können so nicht als Keime dienen. Eine der Möglichkeiten Keime zu stabilisieren, ist in hydrophoben Spalten von Partikeln gegeben. Dieses Modell zeigte zwar gute Übereinstimmung mit Untersuchungen zur druck- und frequenzabhängig ermittelten Kavitationsschwellen, eine direkte Beobachtung der Dynamik wurde aber bisher nicht durchgeführt. In diesem Vortrag wird mit bildgebenden Verfahren das Wachstum von Keimen an hydrophoben Partikeln aufgelöst. Insbesondere zeigt sich, dass mehrere Keime an einem Partikel anwachsen können, die zu einem späteren Zeitpunkt das Partikel gänzlich umhüllen. Die Beobachtungen werden in einem erweiterten Kavitationsmodell eingebracht.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Akustisches Spektrum und räumliche Strukturbildung in Ultraschall-KavitationsfeldernDagmar Krefting, Robert Mettin, Ulrich Parlitz, Werner Lauterborn
Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Blasen in akustischen Kavitationsfeldern, wie sie z.B. in der Ultraschallreinigung Anwendung finden, werden zu stark nichtlinearen Radialschwingungen angeregt. Die Schallemissionen dieser Radialschwingungen führen zu wesentlichen Modifikationen des akustischen Spektrums im Kavitationsfeld. Neben dem Auftreten von höheren Harmonischen der über die Schallwandler eingestrahlten Frequenz kann auch das Anschwingen von subharmonischen Frequenzen und ein hoher Rauschanteil beobachtet werden. Der Frequenzanteil unterhalb der Betriebsfrequenz ragt in den hörbaren Frequenzbereich hinein und stellt in der Anwendung eine beachtliche Lärmquelle dar. In Ultraschallreinigungsbädern entstehen akustische Stehwellenfelder. Darin bilden die Blasen komplexe raumzeitliche Strukturen. Bei diesem Selbstorganisationsprozess kann sich das Schwingungsverhalten der beteiligten Blasen sehr stark verändern. Die Blasenstrukturen und die Schallemissionen werden simultan aufgezeichnet. Das Auftreten charakteristischer

Frequenzanteile im Spektrum kann so mit der Entstehung bestimmter räumlicher Blasenverteilungen in Zusammenhang gebracht werden. Auch an Grenzflächen kann die Bildung solcher kollektiv schwingender Blasenstrukturen beobachtet werden. Dieses Phänomen kann für das Verständnis von kavitationsbedingten Reinigungs- und Erosionsprozessen von großem Interesse sein.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Ein theoretischer Blick auf nicht-spärische Laserblasen

Olgert Lindau

Dep. of Mech. Eng., University of California Berkeley (USA)

Zur numerischen Beschreibung der Dynamik einer Kavitationsblase, müssen die Flüssigkeit, die die Blase umgibt und der Blaseninhalt behandelt werden, sowie der Wärme- und Massenaustausch an der Blasenoberfläche berücksichtigt werden. Die Austauschprozesse sind vor allem für die korrekte Beschreibung der extremen Bedingungen im Blasenkollaps wichtig. Aufbauend auf einem bewährten Randwertmodell für die Dynamik nicht- sphärischer Blasen, und einer in Berkeley entwickelten Erweiterung für die Austauschprozesse, ist ein solches Modell an die Bedingungen von lasererzeugten Blasen in der Nähe einer festen Grenzfläche angepasst worden. Ergebnisse der numerischen Simulation werden hochgeschwindigkeitskinematographischen Aufnahmen der Blasendynamik gegenübergestellt.

Di. 15:40 Uhr Raum FO 5

Kavitation I

Molekulardynamische Untersuchung der Kollapddynmik von Sonolumineszenzblasen

Daniel Schanz, Thomas Kurz, Burkhard Metten, Werner Lauterborn

Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Der Verlauf wichtiger physikalischer Größen während des Kollapses einer mit Edelgas (Argon) gefüllten Sonolumineszenzblase wird numerisch untersucht. Dazu wird ein molekulardynamisches Hartkugelm- odell benutzt. Rechnungen wurden von einigen Hunderttausend bis mehreren Millionen Teilchen gemacht, um den Einfluss der Teilchen- zahl auf die Güte der Rechnung zu zeigen. Es zeigt sich, dass zur Fehler- minimierung eine Maximierung der Teilchenzahl anzustreben ist. Ver- schiedene physikalische Effekte wurden implementiert, die einzeln zu- geschaltet werden können, um ihren Einfluss auf den Blasen- zustand zu ermitteln. Dazu gehören eine thermische Grenzschicht, die den Wärme- austausch mit der Umgebung regelt; Verwendung eines Gemisches von Edelgasen anstelle des reinen Argon; Das Verdampfen von Wasser in

die Blase beim Aufschwung sowie die Kondensation der Wassermoleküle an der Blasenwand beim Kollaps; Die Dissoziation von Wassermolekülen durch die hohen Temperaturen beim Kollaps, daraus folgend die chemischen Reaktionen der verschiedenen Bestandteile. Der Einfluss dieser Effekte wird durch den Vergleich der zeitlichen Entwicklung von Temperatur, Druck, Dichte und Teilchengeschwindigkeiten in der Blase dokumentiert. Es wurde gefunden, dass das Vorhandensein von Wasserdampfmolekülen extremen Verhältnissen in der Blase entgegenwirkt. Chemische Reaktionen verringern aufgrund ihres endothermen Charakters die Blasentemperatur. Ein Gasgemisch setzt die maximal erreichte Temperatur aufgrund von Inhomogenitäten in der Blase herab.

Di. 16:30 Uhr Raum FO 5

Kavitation II

Quantitative Bewertung von Partikelmodellierungen akustischer Kavitation

Philipp Koch, Robert Mettin, Jürgen Appel, Werner Lauterborn
Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Die bei starker Beschallung von Flüssigkeiten auftretenden Kavitationsblasenstrukturen werden mit Hilfe eines Partikelansatzes modelliert. Als Ausgangsdaten dienen stereoskopische Hochgeschwindigkeitsaufnahmen. Vorgestellt werden quantitative Vergleiche zwischen den Aufnahmen und der Simulation. Die Bewertung unterschiedlicher Modellierungen führt zu verbesserten numerischen Beschreibungen.

Di. 16:55 Uhr Raum FO 5

Kavitation II

Druckwelleninduzierte Kavitation in der Wundballistik

R. Mettin¹, B. Wolfrum¹, B. Siegmund², H. Kijewski²

¹*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*, ²*Institut für Rechtsmedizin, Universität Göttingen*

In der Wundballistik wird die Wechselwirkung von Geschossen mit biologischem Gewebe oder ähnlichen Stoffen sowie dessen Schädigung untersucht. Bei Versuchen mit schnellen Vollmantelgeschossen (960 m/s) in wasserhaltigen Medien (Gelatine und reines Wasser) zeigte sich ein typisches Schadensmuster, bei dem nach Aufprall und einigen cm relativ dünnem Schusskanal das Geschoss fragmentiert und eine große Wundhöhle reißt. In Hochgeschwindigkeitsaufnahmen konnten schnell auftretende Kavitationsereignisse nachgewiesen werden. Sie entstehen offenbar im Nachlauf der beim Eintritt verursachten akustischen Welle nach schallweicher Reflektion (Zugwelle). Die Amplitude der frühen Druckwelle wird abgeschätzt, und Vergleiche mit der Fokalzone von Stoßwellenlithotriptern werden gezeigt. Hieraus folgt, dass eine Gewebeschädigung fern von der Hauptwundhöhle durch Kavitation nicht ausgeschlossen werden kann.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 5

Kavitation II

Versuch einer Energiebilanz für ein Ultraschallbad unter Berücksichtigung ultraschallinduzierter Kavitation in Wasser

R. Sobotta*, Ch. Jung*, P. Koch, D. Krefting, W. Lauterborn, R. Mettin
*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen; * ELMA GmbH & Co. KG, Singen*

Es ist bekannt, dass Hersteller von Ultraschallgeräten (US-Geräten) ihre US-Wannen kleineren Füllvolumens (1-10 Liter) mit wesentlich höheren volumenbezogenen US-Leistungsdichten ausgedrückt in Watt/Liter ausstatten als US-Wannen mit großem Füllvolumen. Diese volumenbezogene US-Leistungsdichte wird auch - in Übereinstimmung mit der Erfahrung aus der Reinigungspraxis - als wichtiger US-Geräteparameter beworben.

Folgende volumen- und zeitbezogenen Energieverbrauchsmechanismen der in ein befülltes US-Bad eingebrachten US-Energie werden anhand von Modellrechnungen diskutiert: - Entstehung und Wachstum sowie - Vernichtung (Stoßwellen, Implosion) von Blasen, - Schwingungen von Blasen, - Andere Dämpfungsmechanismen. Der Umwandlungsgrad von in das US-Bad eingebrachter US-Leistung in reinigungswirksame Kavitation (L. D. Rozenberg, 1970) wird diskutiert. Die Messergebnisse für - den relativen Schalldruckpegel der Subharmonischen und - den Pegel der anregenden US-Frequenz in Abhängigkeit von der eingebrachten US-Leistung werden vorgestellt. Der Anteil der über US-Wandler eingebrachten US-Wirkleistung wird mittels kalorimetrischer Messung bestimmt.

Diese Ergebnisse werden in die Diskussion einer volumenbezogenen US-Leistungsdichte als möglichem US-Geräteparameter einbezogen.

Di. 17:45 Uhr Raum FO 5

Kavitation II

Eine neue Art von Kavitationskeimen

W. Eisenmenger, R. Pecha

1. Physikalisches Institut Universität Stuttgart

Als heterogene Kavitationskeime in Wasser werden bisher (neben der Einwirkung radioaktiver Strahlung) mikroskopische, hydrophobe Schwebe-Partikel diskutiert, die durch Oberflächenspalte oder Rauigkeiten Gastaschen stabilisieren können. Darüberhinaus sind künstliche Ultraschallkontrastmittel in Form stabilisierter Mikroblasen sehr effiziente Kavitationskeime. Auch werden ambiphile Mizellen als stabile Mikroblasenkeime diskutiert. Beobachtung von Kavitation in hochreinem Trinkwasser bei Ultraschall- und Stoßwellenexperimenten läßt es jedoch als fraglich erscheinen, ob Kavitationskeime der genannten Art hier wirksam sind. Demgegenüber könnten mikroskopische, hydrophile

Mineralpartikel z.B. Calcite aus Gletscherabrieb als Kavitationskeime wirken. Nach einem früheren Vorschlag [Ei] können wassergefüllte Mikrorisse hydrophiler, mineralischer Partikel durch den Unterdruck der Ultraschall- bzw. Stoßwelle aufgerissen werden, so daß Dampfblasen mit überkritischem Blake Radius entstehen. Deren weiteres Wachstum im Unterdruckfeld führt dann zur Ausbildung makroskopischer Kavitationsblasen. Unsere Experimente zur Auflösung der Calcite durch Säurezugabe sowie Experimente mit kohlensäurehaltigem Mineralwasser zeigen bei Stoßwellen mit negativem Pulsdruckanteil von -7.2 Mpa und 3 Mikrosec. Pulsdauer (-6 dB) eine Unterdrückung der Kavitation. Andererseits führt die Zugabe von mikromineralischen Partikeln wie Gips zu einem dramatischen Kavitationseinsatz.

[Ei] W. Eisenmenger, Ultrasound Med. Biol. 2001, 27, 683-693

Di. 11:50 Uhr Raum FO 6

Tonhaltigkeit

Tonhaltigkeit - Stand der E DIN 45681 einschließlich weiterer Ergänzungen

D. Sagemühl, L. Schmidt

Bayer AG

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 dieser Norm; Einspruchsfrist für diesen Entwurf ist bis 2003-04-30. Der neue Entwurf enthält die folgenden Änderungen: Einführung eines frequenzabhängigen Verdeckungsmaßes $av(f)$ Änderung der Tonzuschläge in Abhängigkeit von der Differenz des Tonpegels zum Pegel des verdeckenden Geräusches in der Frequenzgruppe um die Tonfrequenz Reduzierung der Frequenzauflösung auf höchstens 4% anstatt 8% der Frequenzgruppenbreite Einführung eines Iterationsverfahrens zur Berechnung des mittleren Schmalbandpegels in der Frequenzgruppe des Tones Addition der Tonpegel bei mehreren Tönen in einer Frequenzgruppe Anwendung des Verfahrens zur Tonhaltigkeitsbestimmung auf A-bewertete Spektren Anwendung der Hanning-Korrektur bei Addition von zwei oder mehr Pegeln Mittelung der Differenzen ΔL_j mehrerer zeitlich aufeinanderfolgender Kurzzeitspektren bei schwankenden Tonfrequenzen Einführung von Kriterien für die Ausgeprägtheit eines Tones (maximale Bandbreite und minimale Flankensteilheit). Dieser neue Entwurf soll einschließlich einiger neuer Vorschläge für Ergänzungen bzw. Modifikationen vorgestellt werden.

Di. 12:15 Uhr Raum FO 6

Tonhaltigkeit

Erfahrungen mit der DIN 45681 (Entwurf November 2002)

D. Piorr

Landesumweltamt NRW

Im Rahmen der strukturierten Sitzung wird aus der Praxis des Immissionsschutzes über Erfahrungen mit dem Entwurf der DIN 45681 (November 2002) berichtet.

Di. 12:40 Uhr Raum FO 6

Tonhaltigkeit

Vergleich von Messverfahren zur Bestimmung der Tonhaltigkeit

Peter Daniel

Cortex Instruments GmbH, Regensburg

Die korrekte Bestimmung der Tonhaltigkeit ist ein wichtiger Parameter für die Lärmbewertung und für die Messung der Geräuschqualität. In der Praxis werden hauptsächlich zwei unterschiedlichen Verfahren angewendet: das Tone-to-Noise Ratio und das Prominence Ratio. Beide Verfahren weisen spezifische Vor- und Nachteile auf und sind nur unter bestimmten Bedingungen anwendbar. Insbesondere für das Tone- To-Noise Verfahren liegen je nach nationalem und internationalem Standard wiederum unterschiedliche Vorschriften mit zum Teil beträchtlichen Unterschieden vor. Je nach Anwendung bestehen zudem sehr unterschiedliche Anforderungen an das jeweilige Verfahren. Im Bereich der Lärmbewertung sind in der Regel deutlich hörbare tonale Komponenten zu bewerten. Im Bereich der Schallqualität und des Sound Designs sind darüber hinaus, gerade eben wahrnehmbare von nicht wahrnehmbaren tonalen Komponenten zu trennen. Zudem sind diese Komponenten oft schnellen zeitlichen Veränderungen unterworfen und werden zeitweilig durch andere Komponenten maskiert. In diesem Beitrag werden die Anforderungen an die Messung von tonalen Komponenten für die verschiedenen Anwendungsgebiete abgeleitet und die Güte verschiedener Verfahren anhand von mehreren Datensätzen aus der Literatur untersucht.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 6

Tonhaltigkeit

Effekt des Signal-Rausch-Abstandes und der Bandbreite von-schmalbandigen Geräuschen

W. Ellermeier, P. Daniel

Sound Quality Research Unit, Aalborg Universitet, Danmark; Cortex Instruments, Regensburg

In Untersuchungen zur globalen Bewertung von Produktschallen zeigt sich, dass selbst schwache tonale Komponenten negativ zum Gesamturteil (bzw. zur "overall sound quality") beitragen können. ➡

Um diesen Einfluss in Hörexperimenten parametrisch zu untersuchen, wurden schmalbandige Signale in rosa Rauschen dargeboten und zwar (a) Sinustöne bei verschiedenen Signal-Rausch-Abständen (T/N: 3-18 dB) und (b) Schmalbandrauschen unterschiedlicher Bandbreite (10-200 Hz). Um die Stärke der empfundenen Tonhaltigkeit zu skalieren, beurteilten 60 Versuchspersonen diese Schalle im vollständigen Paarvergleich. Die daraus (nach dem BTL-Modell) abgeleiteten Verhältnisskalen zeigten, dass naive Versuchspersonen die Tonhaltigkeit konsistent beurteilen können und dass diese systematisch von den beiden untersuchten Parametern abhaengt. Direkte Einschätzungen durch die gleichen Versuchspersonen (Stevens' magnitude estimation) erlauben, die Ergebnisse sowohl im Hinblick auf die geeignetste Methode, als auch im Vergleich mit neueren Modelle der Tonhaltigkeit zu diskutieren.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 6

Tonhaltigkeit

Untersuchungen zur Wahrnehmung der Tonhaltigkeit

M. Vormann

CvO Universität Oldenburg, Akustik

In den letzten Jahren haben die Bemühungen, die Tonhaltigkeit zu erfassen und zu modellieren, erheblich zugenommen. Das Ergebnis wird ein neuer Entwurf zur Norm DIN 45681 sein, der den zur Zeit bestehenden Entwurf E DIN 45681:1992-01 ersetzen soll.

Bei den Bemühungen ein Modell zu entwickeln, welches in der Lage ist die subjektiv wahrgenommene Tonhaltigkeit vorherzusagen, steht zu-meist der technisch-ingenieurwissenschaftliche Ansatz im Vordergrund der Untersuchungen. Der Aspekt der Wahrnehmung von tonhaltigen Geräuschen bleibt jedoch weitgehend unberücksichtigt.

Um diesen Aspekt zu diskutieren, werden verschiedene Versuche präsentiert, die die Wahrnehmung von tonhaltigen Geräuschen näher untersuchen.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 6

Tonhaltigkeit

Ein Vergleich berechneter Tonhaltigkeiten mit subjektiven Urteilen zu Tonhaltigkeit und Unangenehmheit von Schienenfahrzeuggeräuschen

D. Salz(1), S. Roßberg(2)

Die „Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung“ fördert innerhalb des Vorhabens „Reduktion von Straßenbahngeräuschen“ die Untersuchung von Tonhaltigkeit. Dazu wird die subjektive Wahrnehmung der Tonhaltigkeit und Unangenehmheit verschiedener Schienenfahrzeuggeräusche untersucht.



Es wurde ein Test entwickelt, in dem Versuchspersonen anhand vollständiger Paarvergleiche die Tonhaltigkeit und Unangenehmheit beurteilen. Die daraus ermittelten subjektiven Skalierungen werden mit berechneten Werten der Tonhaltigkeit verglichen. Es wird geprüft, ob die Beurteilung eines Geräusches mit instationärer Tonhaltigkeit verlaufsabhängig ist, um so mögliche subjektive Tonhaltigkeitsschwerpunkte innerhalb eines Geräusches zu ermitteln. Zudem wird untersucht, ob Versuchspersonen stationäre und instationäre Tonhaltigkeiten innerhalb eines Tests vergleichend bewerten können. Testpersonen waren Schüler und Schülerinnen des beteiligten Andreas-Gymnasiums Berlin, sowie Teilnehmende an den Schüler-Technik-Tagen der TU Berlin. Diese beurteilten im Labor auf Fragebögen Geräusche, die in stochastischer Reihenfolge über Kopfhörer dargeboten wurden. In diesem Beitrag wird ein Überblick über die Erstellung des Tests gegeben, erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 6

Psychoakustik

Einfluss der Bedeutung auf die Lautstärkebeurteilung von Umweltgeräuschen

A. Zeitler*, H. Fastl**, J. Hellbrück***

**Sound Quality Research Unit, Dept. of Acoustics, Aalborg University,*

***AG Technische Akustik, MMK, TU München, ***Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitspsychologie, Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt*

Im Bereich des Sound Quality Engineering kommt dem Lautstärkeindruck eine besondere Bedeutung zu. So kann insbesondere bei Geräuschen mit hohen Intensitäten bereits durch eine Reduzierung des Lautstärkepegels oftmals eine deutliche Verbesserung der Geräuschqualität und somit der Akzeptanz eines Produktes erreicht werden. Zur gehörrichtigen Bestimmung der Lautstärke empfiehlt sich die Lautheitsberechnung nach Zwicker (DIN 45631 bzw. ISO 532 B), die heute Bestandteil vieler kommerziell erhältlicher Schallanalyseprogramme ist. Von psychologischer Seite stellt sich die Frage, inwieweit die instrumentelle Lautheitsbestimmung mit dem tatsächlichen Wahrnehmungseindruck übereinstimmt, insbesondere wenn man davon ausgeht, dass die Bedeutung eines Schallereignisses für eine Person einen Einfluss auf deren Lautstärkeurteil haben kann. Um diese Frage empirisch zu untersuchen, wurde im Hörversuch die Lautstärke eine Serie von 25 Umweltgeräuschen verschiedenster Herkunft von zwei unabhängigen Versuchspersonenstichproben zum einen im Original und zum anderen in einer „bedeutungsneutralen“ Version mittels Kategorienunterteilungsverfahren skaliert. Dafür wurde auf die Originalgeräusche eine kürzlich an der Technischen Universität München entwickelte Methode angewendet, bei der die Lautheits-Zeitfunktionen gleich bleiben, jedoch

die Schallquellen infolge einer speziellen FTT-Prozedur (Fastl, 2001) nicht mehr identifiziert werden können. Die varianzanalytische Auswertung der Lautstärkeurteile erbrachte bei der überwiegenden Mehrzahl der Geräusche keinen signifikanten Effekt dieser Manipulation, bei den vier unterschiedlich bewerteten Geräuschen wurden jeweils die Originalversionen lauter beurteilt. Ferner zeigt sich erwartungsgemäß ein hoher korrelativer Zusammenhang zwischen den mittleren Lautstärkeurteilen und den berechneten Lautheitswerten.

Di. 15:40 Uhr Raum FO 6

Psychoakustik

Neues zu Hörphänomenen und -mechanismen

E. Blumschein

Magdeburg

Als Acouphéne bezeichnen die Franzosen vor allem Hör-Illusionen wie Tinnitus. Speziell die erstmals vor einem Jahr angesprochene Frage der Brumm-Illusion wird jetzt anhand neuer Details ein wenig anders beurteilt, siehe Leserbrief „Im Kopf und trotzdem von außen“ in www.brummt.de. Zu den Details gehören der Nachbrumm-Effekt und neue Erkenntnisse die mit Hilfe des Hum-Simulators sowie durch individuelle Bestimmung der Brummfrequenz gewonnen wurden. Journalistische Beschreibungen und erste Laienexperimente erwiesen sich als nicht tragfähig. Während eine Erkältung das Brummen vorübergehend verstummen lässt, wird der Tinnitus durch sie meist verschlimmert. Ein weiterer Effekt wurde entsprechend der räumlichen Lage der Hörschnecken im Kopf vermutet und tatsächlich bestätigt. Als Modifikation der Vorstellung dass der Frey-Effekt über Knochenleitung in das Innenohr einkoppelt wird angenommen, dass Aquädukte Druckstöße aus der CSF mit um Mikrosekunden unterschiedlicher Verzögerung übertragen. Die Mechanismen des Hörens von Frequenzen unter 100 Hz sind nach wie vor Gegenstand kontroverser Diskussionen. Anhand vielfältiger und sehr gut zusammen passender Indizien scheint jedoch klar zu sein, dass die niedrigste Bestfrequenz der Haarzellen weit über 20 Hz liegt, etwa dort wo die Feinstruktur des Audiogramms aufhört.

Di. 16:05 Uhr Raum FO 6

Psychoakustik

Intensitätsdiskrimination und -wahrnehmung unter Vorwärtsmaskierung: Einfluss der Maskenintensität (Intensity discrimination and loudness in forward masking: the effect of masker level)

Daniel Oberfeld

Technische Universität Berlin

In zwei Experimenten wurden Intensitätsdiskrimination bzw. Intensitätswahrnehmung für Töne (1 kHz, 30 ms) unter Vorwärtsmaskierung untersucht. Standards niedriger (25 dB SPL), mittlerer (55 dB SPL) ➡

und hoher (85 dB SPL) Intensität wurden jeweils mit mehreren Maskenintensitäten kombiniert dargeboten. Die Maskenintensität variierte dabei in einem Bereich von 10 dB SPL bis 100 dB SPL.

In Experiment 1 wurden Unterschiedsschwellen (jnd's) mittels des üblichen adaptiven Verfahrens (2I, 2AFC, Maske in beiden Beobachtungsintervallen) gemessen. In Experiment 2 passten dieselben Versuchspersonen die Lautstärke eines unmaskierten Vergleichstons an die Lautstärke des maskierten Standardtons an. Dabei kam ein adaptives Verfahren mit verschachteltem upper und lower track (Jesteadt, 1980) zur Anwendung. Die Stimulusparameter entsprachen Experiment 1.

Für die unter nicht simultaner Maskierung beobachtete Erhöhung der jnd's bei mittleren Standardintensitäten („midlevel-hump“) wurden verschiedene Erklärungen vorgeschlagen (z.B. „rate recovery model“ von Zeng et al.; „referential encoding“ Hypothese von Plack und Viemeister). Aufgrund der empirisch gezeigten Korrelation zwischen der in ähnlichen Settings beobachteten Veränderung der wahrgenommenen Intensität (loudness enhancement) und der jnd Erhöhung liegt eine Verknüpfung der für beide Phänomene relevanten Erklärungsansätze nahe. In bisherigen Studien, in denen für jede Versuchsperson sowohl jnd's als auch loudness matches erfasst wurden, war die Maskenintensität jedoch konstant. Deshalb stellen die in Experiment 1 und 2 erhobenen Daten eine wichtige Erweiterung der Datenbasis dar. Die einzelnen Modelle sagen teilweise unterschiedliche Effekte der Maskenintensität auf jnd's und loudness matches vorher. Einige Vorhersagen werden anhand der Daten diskutiert.

Di. 16:30 Uhr Raum FO 6

Psychoakustik

Adaptive Schwellenmessung mit Paarvergleichen ohne Zwang

C. Kaernbach

Universität Leipzig

Schwellenmessungen, ob für Unterschieds- oder Absolutschwellen, sind ein wichtiges Werkzeug vieler psychoakustischer Studien. Dabei werden häufig adaptive Verfahren eingesetzt. Am bekanntesten sind staircase Verfahren wie z. B. transformed up-down (Levitt, 1971) oder weighted up-down (Kaernbach, 1991). Meistens kommen dabei Paarvergleiche zum Einsatz, und die Versuchsperson muß eine Entscheidung fällen, in welchem Intervall das Signal war, oder wo eine bestimmte Dimension (z. B. Tonhöhe) ausgeprägter war. Diese Entscheidung muß sie auch dann fällen, wenn für sie beide Stimuli gleich geklungen haben. Deshalb nennt man diese Aufgabe im englischen Sprachgebrauch auch 'forced choice'. — In vielen Anwendungen (z. B. in klinischem Kontext, oder mit naiven Versuchspersonen) ist der Wahlzwang ein unerwünschter Aspekt des Verfahrens. Aber führt man mit

einer zusätzlichen Antwortalternative ('ich weiß nicht') nicht eine neue Fehlerquelle ein? Das Kriterium für die Verwendung dieser Alternative könnte sich zwischen Versuchspersonen, oder auch bei einer Versuchsperson von Tag zu Tag, verändern. — Der vorliegende Beitrag untersucht den Einfluß von derartigen Schwankungen zunächst theoretisch und dann auch mit psychoakustischen Messungen. Es stellt sich heraus, daß das neue Verfahren genauer ist als ein Verfahren mit Wahlzwang. Wichtiger ist aber der Komfortgewinn für die Versuchsperson: Wenn sie unsicher ist, muß sie sich nicht entscheiden.

Di. 16:55 Uhr Raum FO 6

Psychoakustik

Einfluß einer optischen Komponente bei der Beurteilung der Lautheit von Fahrzeuginnengeräuschen bei Fahrt

Ch. Patsouras, M. Böhm(1), Th. G. Filippou, H. Fastl, D. Patsouras
AG Technische Akustik, MMK, TU München, (1)jetzt: Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde

Bereits in früheren Untersuchungen konnte der Einfluß des zusätzlich optisch dargebotenen Stimulus auf das Lautheitsurteil nachgewiesen werden. Hierbei befand sich die Versuchsperson bei Darbietung der optischen Komponente (stehendes oder bewegtes Bild) jeweils in der Position eines ruhenden Beobachters, wie etwa bei der Darbietung einer Zugvorbeifahrt. Um eine stärkere Beeinflussung des optischen Reizes auf die auditive Wahrnehmung zu provozieren, wird in der hier vorgestellten Studie die Versuchsperson bei Darbietung des optischen Stimulus in die Position eines dynamischen Beobachtungspunkts versetzt. Dies wird erzielt, indem das Video einer Autofahrt bei unterschiedlichen Fahrsituationen (Autobahnfahrt, Landstraße oder Stadt) dargeboten wird. Die Darbietung des optischen Stimulus erfolgt in einer ersten Versuchsreihe zunächst über Videobrille, in einer weiteren Versuchsreihe wird der Hörversuch in einem Fahrzeugsimulator mit Projektion der Videosequenz über Beamer durchgeführt. Die jeweiligen akustischen Stimuli der Autofahrt werden bei beiden Versuchsreihen gleichermaßen über Kopfhörer eingespielt. Mittels der psychometrischen Methode Größenschätzung mit Ankerschall wird dann der Einfluß des jeweiligen optischen Reizes auf das Lautheitsurteil quantitativ erfaßt.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 6

Psychoakustik

Räumliche Diskrimination von Geräuschquellen nach Adaptation an ihre Schalleinfallrichtung

S. Getzmann

Ruhr-Universität Bochum, Kognitions- & Umweltpsychologie

In Anlehnung an Modelle zur räumlichen Adaptation bei der Lokalisation von Geräuschen wurde in der vorgestellten Studie überprüft, ob sich die auditiven Diskrimination zweier Geräuschquellen in der vertikalen Medianebene nach Darbietung eines Adaptergeräusches verbessert. Fünfzehn Versuchsteilnehmern wurden unter reflexionsfreien Bedingungen sukzessive zwei Zielgeräusche (200 ms breitbandiges Rauschen, 500 ms Interstimulus-Intervall) präsentiert, die sich in ihrer vertikalen Position leicht unterschieden. Die Teilnehmer beurteilten, ob sich das zweite Zielgeräusch ober- oder unterhalb des ersten befand. Diese Aufgabe gelang genauer und schneller, wenn unmittelbar vor den Zielgeräuschen ein langes Adaptergeräusch (3 s breitbandiges Rauschen an der Position des ersten Zielgeräusches) dargeboten wurde. Nach einem kurzen Adaptergeräusch (500 ms) verbesserten sich die Leistungen nur unwesentlich im Vergleich zur Kontrollbedingung ohne Adaptergeräusch. Diese Befunde könnten mit früheren Ergebnissen zur auditiven Lokalisation nach Darbietung eines Hintergrundgeräusches (Getzmann, DAGA02) in Zusammenhang stehen. Sie sprechen für die Annahme einer räumlichen Adaptation, bei der sich das auditive System an die Position vorangehender Geräuschquellen anpasst.

Di. 17:45 Uhr Raum FO 6

Psychoakustik

Beeinflussung des Lautheitsurteils durch Stand- oder Bewegungsbilder

M. Böhm*, Ch. Patsouras, H. Fastl

*AG Technische Akustik, MMK, TU München, *jetzt: Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde*

Die Beurteilung der Lautheit in psychoakustischen Experimenten wird meist in einer neutralen Versuchsumgebung (Hörkabine) durchgeführt. Ob die auditive Wahrnehmung des zu beurteilenden Objekts durch Wahrnehmungen anderer Sinnesorgane mit beeinflusst wird, wurde in der Vergangenheit selten berücksichtigt. In der vorliegenden Studie wird der Einfluß des zusätzlich zum akustischen optisch dargebotenen Objekts untersucht. Hierzu dienen als Stimuli vorbeifahrende Züge unterschiedlichen Typs. Mittels der psychometrischen Methode Größenschätzung mit Ankerschall wird der Einfluß der optischen Darbietung des vorbeifahrenden Zuges, zum einen in Form eines stehenden Bildes (Foto) zum anderen in Form eines bewegten Bildes (Video) der Szene, auf das Lautheitsurteil quantitativ erfaßt.

Di. 11:50 Uhr Raum FO 7

SEA

Einsatz der statistischen Energieflussanalyse bei Porsche in der AkustikentwicklungAli Özkan*Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG*

Der vorliegende Vortrag ist eine Abhandlung über den Einsatz der statistischen Energiefluss Analyse (SEA) bei der Fa. Porsche. Die Anfänge der SEA in der Akustikentwicklung können auf das Jahr 1987 zurückdatiert werden. Hierüber wurde schon damals in der Unikeller Konferenz über die Möglichkeiten der Simulation der akustischen Eigenschaften von Fahrzeugkarosserien mit Hilfe der SEA berichtet. In den folgenden Jahren wurden Fahrzeugmodelle mit Hilfe der experimentellen SEA erstellt und validiert. Hierbei war vor allem die experimentelle Messung und Berücksichtigung der Kopplungsverlustfaktoren im Modell langwierig und komplex.

Seit 1999 wird bei Porsche die analytische SEA (AutoSEA 2.XX ; Fa. Vibro Acoustic Sciences) mit numerischen Kopplungsverlustfaktoren erfolgreich eingesetzt. Dabei wurden die Porsche Fahrzeuge 911 Carrera, Boxster und Cayenne modelliert. Diese komplexen 3-D - Gesamtfahrzeugmodelle lieferten bei zahlreichen hochfrequenten akustischen Problemen und Fragestellungen wertvolle Ergebnisse. Diese Erkenntnisse flossen beispielsweise beim Cayenne bereits in der Konzeptphase in die Fahrzeugentwicklung ein und ermöglichten somit Schalldruckpegelprognosen bei unterschiedlichen Anregungen. Mit diesen Simulationsergebnissen konnten verschiedene Dämmungspakete miteinander verglichen und optimiert werden.

Di. 12:15 Uhr Raum FO 7

SEA

Entwicklung der Fahrzeugausstattung mit FEM und SEAC. Fankhauser*, B. Kastreuz*, H. H. Pribsch**, K. Jalics**, I. Hauer**, A. Glettler****MAGNA STEYR Engineering, **ACC Akustikkompetenzzentrum Graz*

Der konventionelle Entwicklungsprozeß, wonach Fahrzeugakustik mit dem ersten Prototypen beginnt und mit der Ablieferung eines brauchbaren Akustikpakets endet, ist endgültig überholt. MAGNA Steyr setzt neuerdings auf FEM und SEA Simulationen von der Konzeptphase bis hin zur angelaufenen Serienproduktion. Ziel ist sowohl die optimale Vorauslegung des Akustikpakets hinsichtlich der Hauptkriterien Kosten, Gewicht und Geräuschkomfort als auch ein scharfes Monitoring der Lieferantenumfänge. Dafür wurden mit dem Akustikkompetenzzentrum (ACC) Module zur Berechnung des FEM-Innengeräuschs, speziell

für die Hotspot-Analyse der Belchfelder im Fahrzeug und die Empfindlichkeit auf Motoranregung erstellt. Weiters wurde die SEA Modellierung der relevanten Körperschall- und Strukturpfade im Gesamtfahrzeug bei effizienter Elementanzahl entwickelt und durch Messungen am Durchschallungsprüfstand und am Fahrzeug validiert. Der Vortrag zeigt die gesammelten Erkenntnisse und legt einen Schwerpunkt auf die Anwendbarkeit im Entwicklungsprozeß. Die Effizienz der gewählten Verfahren hinsichtlich Treffsicherheit der Aussagen und Kostenreduktion wird mit den Beispielen belegt.

Di. 12:40 Uhr Raum FO 7

SEA

Vergleich von Messergebnissen und AutoSEA Simulationsergebnissen am Beispiel einer Alpha Kabine und eines Kundtschen Rohres

Ralph Bungenberg

carcoustics Tech Center GmbH

In der heutigen Zeit werden Konstruktions- und Entwicklungszeiten im Automobilbereich immer kürzer. Um diesem Anspruch gerecht zu werden kommen Simulationswerkzeuge immer häufiger zum Einsatz. Eines dieser Werkzeuge ist AutoSEA (Statistische Energie Analyse) für den mittleren und oberen Frequenzbereich.

Der Einsatz von AutoSEA in der Akustik wirft häufig die Frage auf, wie realitätsnah die simulierten Ergebnisse sind. Hier wird anhand von zwei Meßsystemen, der Alpha Kabine und dem Kundt Rohr, deren Randparameter bekannt und nicht zu komplex sind, ein Vergleich der simulierten und der gemessenen Absorptionsgrade gezeigt. Einfluß nehmende Größen auf die Absorption bei senkrechtem oder diffusem Schalleinfall sind hierbei Bauteil- bzw. Materialdimensionen und Materialparameter. Anhand der hier gezeigten Ergebnisse werden Fragen aufgeworfen und mögliche Lösungsansätze gezeigt, die dazu beitragen können, Simulationen an komplexeren Gebilden besser zu interpretieren oder zu optimieren.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 7

SEA

Situation dependent modelling in SEA

H. Marberg

Müller-BBM GmbH, Planegg bei München

In SEA it is of great importance to divide structures into subsystems that make sense from an acoustical point of view. The division of parts can not generally be done in a satisfactory way without knowing ➡

for what purpose the model is to be used. As an example of this a normal ship section is used. Shall the hull plates stiffened by the span beams be modelled as plates and beams or as a single stiffened plate? To determine this one has to know where the response is requested and what type of excitation is at hand. Furthermore is the frequency range important as structures may change their behaviour over frequency, therefore for a prediction over a wide frequency range and for different acoustical load cases, more than one model may be necessary. This presentation will show how different approaches compare to measured data and provide some guidelines into designing a model for a specific simulation purpose.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 7

SEA

Vibroakustisches Verhalten einer Kastenstruktur bei hohen Frequenzen

Björn Knöfel, Ennes Sarradj

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Das Schall-Übertragungsverhalten von Strukturen bei hohen Frequenzen kann mit Hilfe der Statistischen Energieanalyse (SEA) berechnet werden. Im Beitrag werden die Ergebnisse der Untersuchung des Schwingungsverhaltens einer unregelmäßig geformten geschlossenen Box vorgestellt, die aus 6 verschiedenen großen Aluminiumplatten zusammengesetzt ist. Ausgehend von den Ergebnissen ähnlicher Untersuchungen aus der Literatur ist die Box so konstruiert, dass Messungen des Schall-Übertragungsverhaltens unter Laborbedingungen gut möglich sind. Zunächst wird die Konstruktion vorgestellt, die auch so ausgelegt ist, dass eine Berechnung des Schwingungsverhaltens mit der SEA ohne Verletzung der Voraussetzungen für diese Methode möglich ist. Dann wird auf die Modellierung mit der Software FreeSEA eingegangen. Abschließend werden Rechen- und Messergebnisse gegenübergestellt und Abweichungen diskutiert.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 7

Historie

Die Entwicklung der magnetischen Schallaufzeichnung auf Draht und Band

M. Krause

TU Berlin

1888, kurz nach der Erfindung des Phonographen durch Edison, schlug Oberlin Smith in „The Electrical World“ verschiedene andere Möglichkeiten der Schallaufzeichnung vor, unter anderen eine mittels magnetisierbarem Material auf einem faden- bzw. bandförmigen Träger.

1900 präsentierte V. Poulsen auf der Weltausstellung in Paris das „Telegraphon“, das mit Stahldraht arbeitete. Die „Stahltechnik“ wurde mit weiteren Verbesserungen bis in die 1940er Jahre benutzt. 1928 stellte F. Pfeumer ein Magnetongerät vor, das mit einem stahlpulverbeschichteten Papierband arbeitete und das bald von einem Kunststoffband abgelöst wurde. Mit der AEG und der BASF begann 1930 die Entwicklung von Geräten und Tonbändern. 1935 konnte das erste Tonbandgerät, nunmehr „Magnetophon“ genannt, auf der Funkausstellung in Berlin präsentiert werden. Bei 1 m/s reichte der Frequenzumfang von 50 – 5500 Hz, und der Störspannungsabstand betrug etwa 30 dB. In schneller Folge entstanden immer weiter verbesserte Typen, die ab 1938 im deutschen Rundfunk und in Modifikationen beim Militär verwendet wurden. Neue Kunststoffe und neue magnetische Materialien verbesserten nach und nach die Aufnahmequalität. Die von Weber und Braunmühl 1940 erfundene und 1942 patentierte Hochfrequenz-Vormagnetisierung brachte den Durchbruch zur hochwertigen Schallspeicherung, die alle anderen bekannten Verfahren dieser Zeit übertraf. Wichtige technische Aspekte der Entwicklung werden anhand von Bildern, Diagrammen und Tonbeispielen vorgestellt.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 7

Historie

Aufnehmen-, Schneiden-, Wiedergeben mit alten Lautsprechern - wie es wirklich klang

Hans-Otto Hoffmann

Bayerischer Rundfunk, München

Die Geburtsstunde der Elektroakustik schlug 1861, als Philipp Reis in Friedrichsdorf das Telefon erfand und als ersten Lautsprecher eine Geige benutzte, die von einer Spule mit einem Eisenkern angeregt wurde. 15 Jahre später erfand Graham Bell das elektromagnetische Telefon, das gleichzeitig als Kopfhörer mit einer schwingenden Metallplatte verwendet wurde. Edison benutzte große Metalltrichter für die mechanische Schallaufzeichnung auf Wachscrollen. Das Abspielen funktionierte in umgekehrter Richtung ebenfalls mit dem Trichter. Obwohl Antriebssysteme schon bekannt waren, konnten größere Lautsprecher erst nach der Erfindung der Elektronenröhre mit der Möglichkeit der Verstärkung zum Einsatz kommen. Der Rundfunk prägte mit seinem steigenden Qualitätsanspruch die Entwicklung des Lautsprechers sowohl für die Kontrollen im Regieraum als auch für das Abhören zu Hause. Der Vortrag behandelt Lautsprecher mit ihren Antriebssystemen. Es ist auch vorgesehen, die Lautsprecher zu zeigen und zu Gehör zu bringen.

Di. 15:40 Uhr Raum FO 7

Historie

Philipp Reis 1861 - die Geburtsstunde der ElektroakustikErnst-Joachim Völker, Wolfgang Teuber*IAB Institut für Akustik und Bauphysik Oberursel/Zweihausen*

Philipp Reis kannte die Übertragung von Morsezeichen über lange Telegraphenleitungen. Er träumte davon, daß sich eines Tages Töne und Sprache von Ort zu Ort mittels des galvanischen Stromes fortpflanzen. 1861 präsentierte er seine Erfindung, die er Telefon nannte. Der Physikalische Verein von Frankfurt hatte eingeladen. Die Besucher staunten über die Töne, die aus dem kleinen Holzkasten, dem Empfänger, kamen. Sie waren in 150 m Entfernung mit einer Geige in das Telefon gespielt worden. Der unterbrochene Strom machte es möglich. Reis hatte es dem menschliche Ohr abgekuckt und dort die Übertragung über Hammer, Ambos und Steigbügel zum Anlaß genommen, am Trommelfell eines künstlichen Ohres einen genau justierten Kontakt anzubringen. Dieser besorgte nicht nur das Öffnen und Schließen beim Eintreffen des Schalles. Es überlagerten sich auch Schwingungen, die zugleich in einer Addition oder Subtraktion hörbar wurden. Dieses einfache Kontaktprinzip übertrug auch Sprache mit breitem Frequenzspektrum, das Reis mit F bis f'' angab, was etwa 100-800 Hz entspricht. Reis ließ über 100 seiner Telefone mit Empfänger in Frankfurt am Main vom Mechanicus Albert herstellen, der sie in die ganze Welt verschickte. Auch Graham Bell kannte 1876 das Reis'sche Telefon. Die Feinjustage des Kontaktes besorgte Reis jedoch immer selbst. Er wurde „Meister des Freien Deutschen Hochstiftes“, der Gründungszelle der späteren Frankfurter Universität. Reis lebte in Friedrichsdorf in gesicherten Verhältnissen, wo er eine Lehrerstelle am Technikum, der Höheren Schule Garnier, übernommen hatte. Seine „Fortpflanzung von Tönen mit Hilfe des galvanischen Stroms“ war 1861 fast 20 Jahre zu früh für eine Anwendung. Reis hatte erkannt, was sie eines Tages bedeuten würde, als er am Sterbebett 1874 sagte: „Ich hab' der Welt eine große Erfindung geschenkt, anderen muß ich überlassen, sie weiterzuführen“.

Di. 16:05 Uhr Raum FO 7

Historie

20 Jahre Compact Disc Digital Audio System - das Ende der Langspielplatte.Reinhard Sahr*TCP Team Consulting Partners*

Vor 20 Jahren wurde das von Philips gemeinsam mit Sony entwickelte Compact Disc System auf den Markt gebracht. Mit diesem digitalen Medium war es erstmals möglich, den Endverbraucher mit der gleichen Ton-Qualität zu versorgen, die bei der Aufnahme erzielt wurde.

Die Entwicklung der digitalen Platte war von der Firma Philips schon Anfang der 70er Jahre begonnen und unter äußerst schwierigen Bedingungen bis zur Serienreife gebracht worden. Am 17. August 1982 lief bei der Plattenfirma Polygram (heute Universal Music) in Hannover-Langenhagen weltweit die erste Fertigung der Compact Disc (CD) an. Im Laufe der folgenden Jahre wurde dann die CD das Medium für den Endverbraucher und verdrängte die alte Langspielplatte fast völlig.

Di. 16:30 Uhr Raum FO 7

Historie

Experimentelle Messungen der absoluten Hörschwelle zu Beginn des 20. Jahrhunderts

A. Kohlrausch

Philips Forschungslabor Eindhoven sowie Technische Universität Eindhoven

Der Verlauf der absoluten Wahrnehmungsschwelle des menschlichen Gehörs als Funktion der Reizfrequenz (Hörschwelle, Audiogramm) gehört heute zum Standardwissen der Psychoakustik und formt eine Standardmessung der Audiologie. Es mag daher erstaunen, dass noch am Beginn des letzten Jahrhunderts viele Details, wie die „obere und untere Grenze der hörbaren Töne“, also der Frequenzbereich des Gehörs, nur sehr ungenau bekannt waren. Bei der Bestimmung des Audiogramms gab es damals (zumindest) zwei technische Probleme: a) Die Erzeugung möglichst monofrequenter akustischer Reize und die Messung der spektralen Zusammensetzung der verwendeten Signale, sowie b) die Messung der physikalischen Reizstärke in absoluten Einheiten. In diesem Beitrag möchte ich den Stand des Wissens und der Experimentiertechnik bei der Hörschwellenmessung vor 100 Jahren darstellen. Im Zentrum des Vortrages wird die, allgemein als erste systematische Bearbeitung dieses Problems angesehene Arbeit von Max Wien stehen: Über die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres für Töne verschiedener Höhe. Diese Arbeit hat eine besondere Beziehung zur diesjährigen DAGA, da sie genau vor 100 Jahren in Pflügers Archiv für Physiologie veröffentlicht wurde, und Max Wien, als Kollege von Arnold Sommerfeld, damals am physikalischen Institut der Technischen Hochschule Aachen arbeitete.

Di. 16:55 Uhr Raum FO 7

Historie

Mikrofone von damals bis in die Zukunft - die Zeiten großartiger MikrofoneWolfgang Niehoff*Sennheiser electronic GmbH & Co KG*

Die Entwicklungsgeschichte der Mikrofone von den ersten Anfängen bis zum digitalen Mikrofon wird anhand von technischen - aber auch von künstlerischen - Aspekten aufgezeigt.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 7

Historie

Fragmente aus der Geschichte der StrömungsakustikP. Költzsch*Technische Universität Dresden*

Die Akustik (des Luftschalls) hat sich als selbständige Wissenschaftsdisziplin im 18. und 19. Jahrhundert aus der Physik, der Mechanik und der Strömungsmechanik entwickelt. Das zeigt sich insbesondere an den Veröffentlichungen großer Wissenschaftler jener Zeit, die mit bahnbrechenden wissenschaftlichen Arbeiten aus den Fachgebieten Mathematik, Physik, Mechanik bekannt sind, wie z. B. NEWTON, EULER, LAGRANGE, POISSON, LAPLACE, STOKES, KIRCHHOFF, REYNOLDS u. a. m. Wie D. G. CRIGHTON (1981) schrieb, ist Mitte des 20. Jahrhunderts die „Luftschall-Akustik“ mit ihrem Teilgebiet Strömungsakustik auf einem qualitativ hohen Niveau zur Strömungsmechanik zurückgekehrt. Seit dieser Zeit wird die Strömungsakustik - als das Grenzgebiet zwischen der Strömungsmechanik und der Akustik - intensiv von akustischer und strömungsmechanischer Seite bearbeitet. Aus dieser wechselseitigen Befruchtung zwischen den beiden Fachgebieten Strömungsmechanik und Akustik in den letzten drei Jahrhunderten werden im Vortrag einige Fragmente zusammengetragen, so z. B. zu dem tschechischen Physiker Èenik Strouhal (STROUHAL-Zahl), dem deutschen Physiker Hermann von Helmholtz (HELMHOLTZ-Wellengleichung, -Resonator, -Zahl), dem englischen Mathematiker Michael James Lighthill (LIGHTHILL-Analogie) u. a. Auch einige der dimensionslosen Größen (Ähnlichkeitskennzahlen) der Strömungsmechanik und der Akustik sind in ihrer Entwicklung und in ihrer Nutzung Teil dieser gemeinsamen Wissenschaftsgeschichte der beiden Fachgebiete. Dafür stehen z. B. die MACH-Zahl, die REYNOLDS-Zahl und die STROUHAL-Zahl. Schließlich zeigt der Vortrag in einigen Zeitschemata die Entwicklung wichtiger Teilgebiete der Strömungsakustik im 20. Jahrhundert.

Di. 11:50 Uhr Raum FO 8

Elektroakustik

Rasche Methode zur subjektiven Überprüfung der Klangqualität von Ohrhörern

Gregor Feneberg

Müller-BBM

Im Rahmen von Vergleichsprüfungen an Audio-Geräte-Sets (z.B. CD, MD oder MP3 Spieler) werden in der Regel umfangreiche Hörprüfungen zur Ermittlung der Klangqualität durchgeführt. Der Klang als wichtiges Indiz zur Gesamtqualität wird oft durch die Qualität des beiliegenden Ohrhörers, aber auch durch systembedingte Unzulänglichkeiten begrenzt. Messungen des Frequenzganges oder der Verzerrungen liefern deshalb nur unzureichende Indizien, die mit den subjektiv ermittelten Daten nicht hinreichend korrelieren. Üblich ist deshalb, dass sich Versuchspersonen die Ohrhörer einlegen, eine Reihe von Musikstücken anhören und parallel die Klangqualität bewerten. Diese setzt sich meist aus Klangaspekten (Frequenzgang), Störgeräuschen, Verzerrungen sowie Artefakten durch das verwendete Datenreduktionssystem zusammen, wird aber auch durch die individuelle Form der Pinna und den Sitz geprägt. Vorgestellt wird nun ein ebenfalls subjektives, jedoch zeitlich gestrafftes Verfahren, bei dem kurze künstlich generierte und natürliche Audiosequenzen über einen geeigneten Kunstkopf in einen Rechner eingespielt und Testhörern zur schnellen Beurteilung dargeboten werden. Wichtig hierbei ist die Möglichkeit des raschen Umschaltens zum Vergleich und eine standardisierungsfähige Auswahl von Audio - Testsequenzen. Es werden die Auswahl der Testgeräte, die Ergebnisse beider Methoden gegenübergestellt, verglichen und anschließend die Vor- und Nachteile aufgezeigt.

Di. 12:15 Uhr Raum FO 8

Elektroakustik

Schrittweitensteuerung zur qualitätserhaltenden Stereo-Echounterdrückung

Maximilian Gauger

TU Darmstadt, FG Theorie der Signale

Die Unterdrückung akustischer Echos für Mono-Anwendungen kann als ein weitgehend gelöstes Problem angesehen werden. Werden jedoch an die Realitätsnähe einer Anwendung erhöhte Anforderungen gestellt, bietet sich der Einsatz von Stereo-Übertragungen an. Im Stereofall ist aber durch das sog. Nichteindeutigkeitsproblem die korrekte Einstellung der verwendeten adaptiven Filter sehr viel schwieriger. Gängige Ansätze verzerren daher das Eingangssignal mehr oder weniger stark. Die vorliegende Arbeit versucht, diese Verzerrung zu minimieren oder

ganz zu vermeiden, indem die Schrittweite der Adaption in Abhängigkeit der Eigenschaften des Eingangssignals vermindert wird. Im Beitrag wird zunächst eine kurze Einführung in die Problematik gegeben. Dabei werden einige gängige Adaptionalgorithmen kurz vorgestellt, ihre Erweiterung auf mehrkanalige Eingänge besprochen und dann das Nichteindeutigkeitsproblem dargelegt, das zu falschen Lösungen führen kann. Im Anschluss werden die wichtigsten bis jetzt erprobten Ansätze aufgezeigt, die alle auf einer Verzerrung des Eingangssignals (durch Modifikation von Betrag und/oder Phase oder durch Addition von Rauschen) basieren. Schließlich wird die adaptive Schrittweitensteuerung eingeführt, die bei schlecht konditionierten Eingangssignalen die Adaption deutlich verbessert bzw. Fehladaptationen verhindert, ohne dass das Signal dazu notwendigerweise verändert werden muss. Dabei wird die Korrelation zwischen den Eingangskanälen als naheliegendes Maß herangezogen. Experimentelle Ergebnisse mit mehreren verschiedenartigen Signalen bestätigen den Ansatz und werden im Beitrag auszugsweise dargestellt.

Di. 12:40 Uhr Raum FO 8

Elektroakustik

Praktische Erfahrungen mit Bassarrays und deren Optimierungen zum Einsatz in Surround Sound Studios

Anselm Goertz*, Markus Wolff**

**Audio & Acoustics Consulting Aachen, **KLEIN+HUMMEL GmbH*

Kleine und mittlere Hörräume in Tonstudios haben häufig eklatante Mängel bei der Wiedergabe tiefer Frequenzen aufzuweisen. Raumakustische Maßnahmen in diesem Frequenzbereich können mit Hilfe spezieller Resonanzabsorber getroffen werden, die jedoch meist sehr aufwendig, teuer und voluminös sind. Bei sorgfältiger Berechnung und Ausführung solcher Absorber lassen sich die Eigenfrequenzen des Raumes teilweise bedämpfen und das unschöne Dröhnen des Raumes entsprechend reduzieren. Zur weiteren Optimierung der Wiedergabe von Signalen mit tieffrequenten Anteilen kann zusätzlich eine spezielle Lautsprecher- bzw. Subwoofer Anordnung eingesetzt werden, die über einen Controller angesteuert den Einfluss der Eigenfrequenzen des Raumes drastisch zu reduzieren vermag. Das Verfahren wurde zur Tonmeistertagung 2002 in Hannover erstmals vorgestellt. Im Rahmen dieses Vortrages sollen nun erste praktische Erfahrungen und weitere Methode zur Optimierung der Bassarrays präsentiert werden.

Di. 14:00 Uhr Raum FO 8

Elektroakustik

Vierpolbeschreibung von dynamischen Schallwandlern

Michael Makarski

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Die Dimensionierung von Lautsprechergehäusen basiert auf der Kenntnis der Ersatzschaltbildgrößen des einzusetzenden Schallwandlers. Die Genauigkeit berechneter Schalldruckfrequenzgänge ist somit abhängig von der Gültigkeit des verwendeten Ersatzschaltbildes und der ermittelten Ersatzgrößen. Fehler in der Modellbildung treten z.B. dann auf, wenn frequenzabhängige Verluste nicht berücksichtigt werden oder wenn die Nachgiebigkeit der Membranaufhängung als frequenzunabhängig angenommen wird. Eine alternative Beschreibungsform ermöglicht die Vierpoltheorie. Dabei wird der Schallwandler als „Blackbox“ nur anhand seiner elektrischen und akustischen Anschlüsse mittels gemessener Vierpolparameter charakterisiert, wodurch alle Eigenschaften eines linearen Systems abgebildet werden. Beide Beschreibungsformen - Ersatzschaltbild und Vierpol - werden gegenübergestellt und Anwendungen der Vierpolbeschreibung aufgezeigt.

Di. 14:25 Uhr Raum FO 8

Elektroakustik

Die Messung impulsiver Signalverzerrungen durch nichtlineare Systemidentifikation

Wolfgang Klippel

Klippel GmbH, Dresden

Die bekannten Messverfahren zur Bewertung von nichtlinearen Signalverzerrungen transformieren das Zeitsignal in den Frequenzbereich, um harmonische Komponenten und Intermodulationen vom Anregungssignal zu separieren und die mittlere Energie der Verzerrungskomponenten im Analyseintervall (mindestens eine Periode der Grundwelle) zu bestimmen. Dieses Verfahren hat sich für die Bewertung von stationären Verzerrungen bewährt, ist jedoch für die Erkennung und Bewertung von manchen Lautsprecherdefekten (Anschlagen der Litze, lockere Verbindung, unvollständige Verklebung) unzureichend. Neue Techniken der Systemidentifikation erlauben es, die momentanen Verzerrungen als Zeitsignal vom unverzerrten Nutzsignal zu separieren. Durch Anwendung zweckmäßiger Analysetechniken können die Momentanverzerrungen (IHD) als Funktion der Frequenz oder anderer Signaleigenschaften (z.B. Momentwert des Membranauslenkung) dargestellt werden und weitere statistische Maße z.B. der Spitzenwert (PHD), Scheitelfaktor (CHD) der harmonischen Verzerrungen berechnet werden. Diese Ergebnisse dieser Messung zeigen die Feinstruktur der Verzerrungen und

den Zusammenhang zu den Zustandsvariablen und Verzerrungsursachen. Fragen der Interpretation und praktischen Anwendung in Treiberentwicklung und Produktion werden diskutiert.

Di. 14:50 Uhr Raum FO 8

Elektroakustik

Hocheffektive breitbandige Ultraschallwandler

Vladimir Gorelik

Sennheiser electronic GmbH & Co. KG

Ultraschallwandler - Strahler und Mikrofone - finden breite Anwendung in Abstandsmeßgeräten, Flowmeter, Bewegungsmeldern etc. Die erreichbaren elektroakustischen Parameter der Wandler bestimmen weitgehend auch die Möglichkeiten und die Genauigkeit solcher Geräte. In dem vorliegenden Beitrag wird der Aufbau von breitbandigen Sell-Wandler diskutiert. Dank einer neuen Technologie ist die Herstellung von großflächigen - und nicht unbedingt flachen - Wandlern (bis zu ca. DIN A3-Größe) möglich. Je nach der konstruktiven Ausführung des Wandlers ist eine Bandbreite von 20 kHz bis 200 kHz erreichbar. Die optimierte Struktur der Gegenelektrode gewährleistet sehr hohe Schalldrücke. Ein Wandler mit einem Durchmesser 15 mm erzeugt bei 1 m Abstand einen Schallpegel von mehr als 100 dB.

Di. 15:15 Uhr Raum FO 8

Elektroakustik

Über die Spektrumanalyse von atmosphärischen, elektromagnetischen Wechselfelddispositionen im Bereich ELF von 20 Hz bis 20 kHz (Tinnitus-Auftreten)

F. König

Ultrason AG, Penzberg

In der Elektroakustik bedient man sich der physikalischen Möglichkeit, elektrische Wechsignale in akustisch hörbare Tonsignale und umgekehrt zu wandeln. Somit werden u.a. bei der (analogen) Tonsignalübertragung einstreuernde Störfelder aural wahrnehmbar. Ein typisches Beispiel sei anhand von auftretenden Gewitterblitzaktivitäten am Ort eines ausstrahlenden Rundfunksenders im LW-/KW-/MW-Frequenzbereich herangezogen, bei welchen sich die atmosphärischen Impulsentladungen „huckepack“, gemäß des sog. Mitzieheffekts, in das modulierte Rundfunksignal einbinden. Hiermit erstmals vorgestellte Untersuchungen um elektromagnetische Wechselfeldereignisse der Erdatmosphäre sollen aufzeigen, dass nicht nur über die Signalwandlung ein Bezug zur Akustik hergestellt werden kann: Die bislang wenig betrachtete Auftretenssignifikanz von Tinnitus korrelierend mit den in Rede stehenden, wetterbezogenen Entladungsvorgängen sowie die von

der Natur dabei gelieferte Burst-Struktur (s. Gauß-/oder Breitbandimpulse) im Audio-/Hörfrequenzbereich sollte das Interesse eines Akustikers wecken. Ferner werden akustisch eher fachfremde Effekte, wie der Biotropie oder Wetterfähigkeit in Bezug auf bestimmte Impulssignaleigenheiten, analysiert und über Ergebnisse einer vorgenommenen Pilotblindstudie mittels 25 Probanden diskutiert. Die Beleuchtung des Faktums niederfrequenten Elektrosmogs sei in diesem Rahmen ebenso zu nennen. Hieraus rekrutierte sich nicht nur ein Modell für vorzuziehende, „wohltuende“ Schönwetterfelder, die von Anfang an für eine Wechselsignalkonserve gesucht wurden, sondern auch eine Grundlage z.B. für Erdbebenvorwarnungen bezüglich zeitlich vorweg auftretende sowie hiermit erkannte ULF- Anomalien in 3D-Spektrogrammanalysen von solchen, sogenannten Atmosperics bzw. Sferics.

Di. 16:05 Uhr Raum FO 8

Lehre

Methoden und Einsatz des Web-Based-Trainings „Grundlagen der Sprachsignalverarbeitung“ in der virtuellen Lehre

F. Haas

Universität Bonn

Virtuelle, multimediale Lehr- und Lernangebote stellen auch im Hochschulbereich die Lehrform der Zukunft dar. Innerhalb des BMBF-Projektes MiLCA wird an der Universität Bonn das Lehrmodul „Grundlagen der Sprachsignalverarbeitung“ als Web-Based-Training (WBT) entwickelt. Ziel ist es, theoretische Inhalte internetgerecht aufzubereiten und den Studierenden eine lebendige Auseinandersetzung mit der Signalverarbeitung zu ermöglichen. Dies soll durch die Verstärkung visueller und auditiver Wahrnehmung erreicht werden, z.B. durch die Verknüpfung von Text und Bild mit Audio-Signalen, den vermehrten Einsatz von Graphiken und die Einbindung interaktiver Elemente. In diesem Beitrag werden einige Beispiele zur multimedialen Aufbereitung beschrieben. Individuelle Lernziele und Lerngeschwindigkeiten, die insbesondere hinsichtlich der mathematischen Voraussetzungen für die Signalverarbeitung von den Lernenden zu erwarten sind, werden im Kurs berücksichtigt. Zu diesem Zweck werden Lernpfade angeboten, die eine unterschiedlich intensive Bearbeitung der Lernmaterialien gewährleisten. Gleichzeitig soll dies den Kurseinstieg aus verschiedenen Kontexten heraus erleichtern. Die Überprüfung des Lernerfolgs erfolgt durch Übungsaufgaben, deren nicht korrekte Beantwortung den Studierenden auf bereits bearbeitete Lerneinheiten zurückverweist. Möglichkeiten zur Kommunikation sind über Diskussionsforen in die Lehr-/Lernumgebung integriert.

Das Szenario eines WBT garantiert Zeit- und Ortsunabhängigkeit bei der Bearbeitung des Selbstlernkurses. WBTs lassen daher auch verschiedene Nutzungsszenarien zu, z.B. als Prüfungsvorbereitung oder als gemeinsame Lehrveranstaltung verschiedener Hochschulen, und erlauben so einen variablen Einsatz in der multimedialen Lehre.

Di. 16:30 Uhr Raum FO 8

Lehre

Auralisierungen als Lehrhilfe: Akustik mit ihren eigenen Mitteln erklären

Sabine Schreiber, Oliver Kornadt

Bauhaus-Universität Weimar

Sachverhalte, die die Wahrnehmung betreffen, lassen sich, abgesehen von sichtbaren Dingen, allein mit verbalen und visuellen Hilfsmitteln schlecht vermitteln. Hören, Riechen, Schmecken, Tasten - diese Sinneswahrnehmungen erfordern Erfahrung und Vergleich. Im Rahmen der bauphysikalischen Lehre war es deshalb bisher nicht möglich, in angemessener Weise bau- und raumakustische Merkmale, typische Konstruktionsprobleme sowie deren Lösungsvarianten darzustellen. Schall bewirkt beim Auftreffen auf das menschliche Gehör subjektive Empfindungen beim Hörer und ist durch Zahlenangaben oder Darstellungen nicht nachzubilden bzw. nachzuempfinden. Multimediale Techniken ermöglichen eine Erweiterung der bisherigen Darstellungsformen und bieten eine Chance zur Bereicherung der Lehrmethoden. Neben der attraktiveren visuellen Darstellung von Lehrbuchinhalten und der Möglichkeit, Lehrinhalte effizienter den eigenen Interessen und Erfordernissen anzupassen, kann man mittels einer rechnergestützten Lernumgebung auch das Ohr schulen. Es lassen sich Höreindrücke vermitteln, die für das Urteilsvermögen von Beteiligten bei Planung und Überwachung der Bauausführung von großer Bedeutung sind. Werden diese schon in die Ausbildung eingebracht, kann das Gefühl für richtige Schalldämmung bzw. richtigen Raumklang frühzeitig gefördert werden und könnte somit dazu beitragen, bauphysikalische Schäden schalltechnischer Art zu vermeiden. Die Bauhaus-Universität Weimar wirkt in einem vom BMBF geförderten Hochschulverbundprojekt an der Entwicklung des „Lernnetz Bauphysik“ mit und erarbeitet schwerpunktmäßig Lehrinhalte zum Thema Schall. Im Mittelpunkt der Applikationen stehen Auralisierungsprogramme, die die Schalldämmwirkung trennender Bauteile, Nachhallzeiten, Echoeffekte u. ä. hörbar erklären sollen. Dieser Beitrag will anhand von Beispielen die Effektivität des „Hör-Lernens“ demonstrieren und stellt den Stand der Entwicklung der Auralisierungen im Lernnetz-Projekt vor.

Di. 16:55 Uhr Raum FO 8

Lehre

Die Rolle des klassischen Demonstrationsversuches im multimedialen KontextPeter Holstein*, David Mackenzie*, Jörn Hübelt**, Peter Költzsch****SINUS Messtechnik GmbH Leipzig, **TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

Der multimediale Zugang kann in vielen Fällen Ausbildungsinhalte effektiv unterstützen oder erst möglich machen. Auf experimententelle Hardware im Sinne von speziellen Demonstrationsexperimenten kann dabei weitgehend verzichtet werden. Die Möglichkeiten, die moderne Softwarewerkzeuge bieten, verringern jedoch nicht die Bedeutung des klassischen (Vorlesungs-)Experiments in der Akustik. Von besonderer Bedeutung ist das Bedienkonzept für die Experimente. Der Vortragende wird vom eigentlichen Programmablauf, einschließlich des didaktischen Teils der unterstützenden Präsentationssoftware, entlastet und kann sich deshalb auf die Erklärung des eigentlichen Lehrinhalts aus akustischer oder physikalischer Sicht konzentrieren. Der Schwerpunkt des Lern- und Vertiefungseffekts wird infolgedessen auch weiterhin durch das reale Experiment bestimmt, das in der Regel nachhaltiger und überzeugender wirkt als reine computergestützte Demonstrationen. Die multimediale Präsentation kann aber auch bei Bedarf die Simulation des kompletten Versuchs umfassen. Der zusätzliche Aufwand an technischen Geräten kann innerhalb dieses Konzepts drastisch reduziert werden (z.B. keine zusätzlichen Generatoren oder Verstärker). Es sei darauf hingewiesen, dass die Module so konzipiert sind, dass sich inhaltliche Schwerpunkte verschieben lassen (z.B. Betonung von Signalverarbeitungsaspekten) oder die Ausbildungsinhalte modifiziert werden können. Beispielsweise sind mit den Modulen auch Versuchspraktika oder didaktisch orientierte Vorträge mit und ohne experimentellem Anteil zusammenstellbar. Die Module wurden unter MATLAB entwickelt. Neben dem Versuchsmodell ist ein kleineres akustisches Spektrometer für die Realisierung des Konzepts ausreichend. Der Vortrag beinhaltet eine experimentelle Demonstration des Konzepts an Versuchen zur Frequenzabhängigkeit verschiedener akustischer Effekte.

Di. 17:20 Uhr Raum FO 8

Lehre

Die virtuelle Wellenwanne - Simulation der 2d WellenausbreitungA. Wilde*Fraunhofer Institut f. Integrierte Schaltungen, Außenstelle EAS*

Zur Demonstration von Wellenausbreitungseffekten wie Beugung und Interferenz in Vorlesungen oder im Schulunterricht wird häufig eine flache, mit Wasser gefüllte Glasschale benutzt, in der Wellen erzeugt werden, welche dann mit Hilfe eines Projektors für das Auditorium sichtbar gemacht werden. Den gleichen Zweck verfolgt ein neu entwickeltes Programm, das in der Lage ist, auf heute üblichen PCs Simulationen der 2d-Wellenausbreitung in einer Qualität auszuführen, die der der "analogen Wellenwanne" mindestens ebenbürtig ist. Dazu kommen einige Vorteile, die das physische Experiment nicht bieten kann: Die Simulation kann jederzeit schneller oder langsamer ablaufen bzw. auch ganz angehalten und schrittweise fortgesetzt werden, um wesentliche Abläufe (z.B. Resonanzen) genau studieren zu können. Es können beliebig komplexe Geometrien vorgegeben werden, von einfachen Hindernissen über Gitter bis hin zu fraktalen Strukturen, wobei die Eingabe der Geometrie über ein einfaches Mal-Programm möglich ist. Es können beliebig viele Quellen mit beliebigen Frequenzen und Phasenlagen eingesetzt werden, um z.B. Multipole, Phased-Array-Strahler usw. zu modellieren. Damit eignet sich das Programm durch seine einfach zu bedienende, grafische Benutzeroberfläche sehr gut zur Integration von Simulationen in Computergestützte Vorträge, weil die benötigte Zeit zum Start einer Simulation sehr kurz ist. Es wären aber auch durchaus neue Anwendungen denkbar, z.B. die Durchführung eigener, virtueller Experimente durch die Lernenden, die damit durch quasi spielerischen Umgang ein Gefühl für die Ausbreitung von Wellen erlangen können.

Di. 11:50 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

„Verzerrungsprodukte“ in GongklängenHelmut Fleischer*Institut für Mechanik, Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik, UniBw München*

Die Schallsignale von Buckelgongs aus Burma und Java werden analysiert. Parallel dazu werden mittels Laser-Vibrometrie die mechanischen Schwingungen untersucht. Im Schallsignal finden sich mehrere Komponenten, die keine direkte Entsprechung in einer mechanischen Schwingung der gleichen Frequenz haben. Sie sind als das Ergebnis einer quadratischen Nichtlinearität zu deuten. Deren Ursache dürfte in der

geometrischen Form des Gongs liegen. In Folge der speziellen Formgebung hängt die Rückstellkraft so vom Vorzeichen und von der Amplitude ab, dass beim Anschlagen insbesondere ein quadratischer Oberton entsteht. Die Schwebung, die den Klang eines Buckelgongs wesentlich bestimmt, hat ihre Ursache somit nicht im Moden-Splitting. Vielmehr rührt sie vom Zusammenwirken einer „linearen“ Komponente mit einem gezielt erzeugten „Verzerrungsprodukt“ her.

Di. 12:15 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

Lineare und nichtlineare Wandschwingungen offener zylindrischer Orgelpfeifen

J. Angster, A. Miklós

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Lineare Wandschwingungen wurden an fünf nahezu gleichen Pfeifen untersucht. Bei den Prinzipal 4' C Pfeifen war entweder die Materialzusammensetzung (10% bis 75% Zinn-Blei-Legierung) oder die Bearbeitung des Wandmaterials (gehämmert, gehobelt, ausgedünnt) unterschiedlich. Die Pfeifen wurden von einem Intonateur möglichst gleich intoniert. Somit wurde der Einfluss des Materials auf den Klang (Einschwingvorgang und Stationärspektrum) untersucht. Nichtlineare Wandschwingungseffekte wurden an einer dünnwandigen 8' Salizionalpfeife untersucht. Die Geschwindigkeit der Wandschwingungen wurde mit Hilfe eines Laser-Vibrometers erfasst. Subharmonische Komponenten in der Mitte zwischen den harmonischen Teiltönen der von der Luftsäule erzwungenen Schwingungen der Pfeifenwand wurden ausgemessen. Über den Einfluss der Wandschwingungen auf den Pfeifenklang wird auch berichtet.

Di. 12:40 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

Einfluss der Stimmvorrichtung labialer Orgelpfeifen auf den Formantenaufbau des stationären Klanges

S. Pitsch, J. Angster, A. Miklós

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Die Schallabstrahlung labialer Orgelpfeifen unterschiedlicher Stimmvorrichtungen wurde im Rahmen eines durch die Europäische Kommission unterstützten Forschungsprojekts (CRAFT) untersucht. Die Stationärspektren am offenen Ende und am Labium der Pfeifen wurden aufgenommen. Die Experimente wurden an drei Prinzipalpfeifen durchgeführt, die aus der selben Metallplatte mit den selben Dimensionen hergestellt wurden. Das offene Ende der ersten Pfeife war auf Ton geschnitten, die zweite Pfeife war mit einer Stimmrolle, die dritte Pfeife mit einem Stimmfenster (Expression) versehen. Die Labiumbreiten und

Aufschnitthöhen waren bei allen Pfeifen gleich dimensioniert. Die an den beiden Öffnungen der selben Pfeife gemessenen Stationärspektren weisen unterschiedliche Formantstrukturen auf. Auch der Formantaufbau des Klanges der unterschiedlichen Pfeifen ist unterschiedlich. Eine Erklärung zum akustischen Verhalten dieser Pfeifen wird hier gegeben.

Di. 14:00 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

Simulation der Schallabstrahlung eines Flügel

I. Bork, M. Kern

PTB Braunschweig

Einer der Schwachpunkte elektronischer Klaviere ist die Schallabstrahlung über herkömmliche Lautsprecher Systeme. Der Vergleich mit den Abstrahlbedingungen beim dipolartig wirkenden Resonanzboden zeigt einige prinzipbedingte Unterschiede, die vor allen Dingen die Richtcharakteristik betreffen. Auch das Einschwingverhalten der Lautsprecher im Grundtonbereich begrenzt die natürliche Wiedergabe der sehr kurz einschwingenden Klaviertöne. Es wurden verschiedene Ansätze verfolgt, um das Abstrahlverhalten dem des realen Instrumentes anzupassen. Neben der Verwendung von BiegeWellenwandlern in ebenen Schallwänden wurden auch Möglichkeiten der Wellenfeldsynthese untersucht.

Di. 14:25 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

Wechselbeziehungen zwischen Orgel und Raumakustik

J. Meyer

Hochschule für Musik Detmold

Wie kein anderes Musikinstrument ist die Orgel stets als ein individuelles Instrument an einen individuellen Raum gekoppelt. Dies ermöglicht und verlangt eine Anpassung der Orgel an die raumakustischen Gegebenheiten. Zwei Gesichtspunkte dazu sollen näher betrachtet werden. Zum einen ist für eine ausgeglichene Klangwirkung der tiefen Tonlagen eine hinreichende Resonanzdichte des Raumes erforderlich. Da die Anzahl der Eigenresonanzen pro Frequenzintervall proportional zum Volumen ist und mit der 3. Potenz der Frequenz ansteigt, ergeben sich insbesondere für kleinere Räume Probleme, wenn für tiefe Orgeltöne die nächste Raumresonanz zu weit ab liegt. Macht man zur Bedingung, dass (zumindest statistisch) 5 Raumresonanzen in ein Halbtonintervall fallen, die nächstliegende Resonanz also nicht mehr als 10 cent vom Pfeifengrundton entfernt ist, lässt sich daraus eine untere Grenzfrequenz für eine sinnvolle Disposition ableiten. Unter diesem Aspekt kann der Substitution eines 32'-Registers durch ein 16'- und ein 10 2/3'-Register besondere Bedeutung zukommen. Zum anderen hängt die klangliche

Wirkung hoher Frequenzen in starkem Maße von den ersten Raumreflexionen ab, insbesondere wenn der Direktschall in seiner freien Ausbreitung beispielsweise durch eine Emporenbrüstung behindert wird. Neben den auf höhere Frequenzen beschränkten Reflexionen von Säulen und Pfeilern spielen dabei die Decken- bzw. Gewölbereflexionen eine wichtige Rolle. Denn sie können den Schall je nach Art des Gewölbes über die volle Länge des Raumes fortleiten (ebene Decken, Tonengewölbe, Kreuzgewölbe mit geraden Scheitellinien) oder auf kleinere Raumbereiche beschränken (z.B. sog. gebuste Kreuzgewölbe), was hinsichtlich der Schärfe der Pfeifenintonation zu beachten ist.

Di. 14:50 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

Zur Entwicklung der Mensurierung von Orgelregistern mit Durchschlagungen: Eine Analyse aus heutiger Sicht

J. Braasch

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Die Messuren für Durchschlagungen wurden mit ihrer Verbreitung im 19. Jahrhundert üblicherweise auf Basis theoretischer und experimenteller Untersuchungen von Wilhelm Weber und Johann Gottlob Töpfer berechnet. Dabei gilt vor allem Töpfer als Begründer mathematisch/physikalisch motivierter Messuren. Einige Größen in Töpfers Messuren mußten jedoch weiterhin nach praktischen Erfahrungen bestimmt werden, da die damaligen Theorien zur Bestimmung dieser Größen nicht geeignet waren. In dem Vortrag wird gezeigt, wie diese Größen mittlerweile auch theoretisch bestimmt werden können. Dabei wird unter anderem ein eigens für diesen Zweck entwickeltes physikalisches Modell mit nichtlinearen Komponenten vorgestellt (Braasch und Schmidt, DAGA 2002), das iterativ im Zeitbereich gelöst werden kann. In diesem Modell wird die Kopplung der Zunge mit dem Resonator und dem Stiefel für verschiedene Größen und Becherformen simuliert. In dem Beitrag werden auch Fehlannahmen aufgegriffen, die bei der Erstellung der historischen Messuren gemacht wurden. So wurde etwa bei der Verwendung Webers Formel zur Bestimmung der Becherlänge nicht bedacht, daß diese zur Erzeugung von Zungenpfeifen entwickelt wurde, deren Frequenz auch bei Temperaturschwankungen möglichst stabil bleiben sollte. Es wäre allerdings oft vorteilhafter gewesen, die Becherlänge so zu dimensionieren, daß der Resonator bestimmend für die Frequenz der Zungenpfeife ist. Dadurch wäre vermieden worden, daß sich die Durchschlagungen bei Temperaturschwankungen gegenüber den Labialpfeifen verstimmen; ein Problem, dass nicht nur oft angesprochen wurde, sondern wahrscheinlich auch später mit zur Aufgabe dieses Registertyps geführt hat.

Di. 15:15 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

Zur objektiven Beurteilung von Musikinstrumenten (Teil 1)Gunter Ziegenhals*Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota*

Praktisch alle Aufgaben der Akustik in Zusammenhang mit Musikinstrumenten beinhalten die Problematik der objektiven Qualitätsbeurteilung. Dabei geht es darum, die akustische Qualität der Instrumente anhand messtechnisch erfassbarer Merkmale so zu beschreiben, dass ein ableitbares Qualitätsurteil hinreichend die Einschätzung der relevanten Gruppe von Musikern widerspiegelt. Andererseits sind die Merkmale so zu wählen, dass ein möglichst einfacher und in seiner Tendenz eindeutiger Zusammenhang zu konstruktiven, materialtechnischen und technologischen Details des jeweiligen Instrumentes besteht bzw. hergeleitet werden kann. Die meisten Verfahren beruhen auf der Auswertung der Antwort des Instrumentes auf eine definierte Erregung, die i.a. nicht dem realen Spiel entspricht. Der Vortrag gibt eine Übersicht über wichtige Verfahren und diskutiert Möglichkeiten und Grenzen.

Di. 15:40 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik

Zur objektiven Beurteilung von Musikinstrumenten (Teil 2)Michael Baltrusch*Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota*

Die objektive Beurteilung von Musikinstrumenten stößt insbesondere wenn es eine gut/schlecht - Aussage in Zusammenhang mit klanglichen Aspekten geht, wie sie z.B. für eine Qualitätskontrolle unerlässlich ist auf erhebliche Probleme. Je nach Spieltechnik, persönliche Vorstellungen aber auch traditionellen Forderungen können die Meinungen der Musiker als Zielgruppe nicht eindeutig formuliert werden. Der Vortrag diskutiert diese Problematik anhand von Lösungsbeispielen.

Di. 16:30 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik II

Die akustische Kopplung von Resonatorbechern an AufschlagzungenS. Schmidt, J. Braasch*Institut für Kommunikationsakustik an der Ruhr-Universität Bochum*

Bei der Simulation von Orgelpfeifen mit Aufschlagzungen wird von einem nichtlinearen Oszillator und einem linearen Resonator ausgegangen. Aufgrund der Nichtlinearität scheiden



Frequenzbereichsmodelle zur Untersuchung der physikalischen Vorgänge aus; dies betrifft aufgrund der veränderlichen Oszillatorreflektanz auch den Resonator. Hierbei verschwindet neben der Linearität auch die Zeitinvarianz. Mit Hilfe von fluidmechanischen Gleichungen und einer modifizierten Schwingungs-Differentialgleichung wurde der Oszillatorteil im Zeitbereich brauchbar nachgebildet; auch beim Resonator besitzt man mit Digitalen Wellenleitern eine leistungsfähige Implementierungsmöglichkeit. Kompliziertere Resonatorstrukturen, die aus konischen und zylindrischen Segmenten zusammengesetzt sind, werden durch ein Scheibenmodell approximiert. Hiervon profitiert man vor allem bei der Simulation der Becher von Regalregistern. Im hier vorgestellten Projekt wurde untersucht, wie beide Teilmodelle geeignet gekoppelt werden können, um zu einer besseren Anschauung des Schwingungsvorgangs der Zunge zu gelangen. Dazu wurden Messungen an vier verschiedenen Regalresonatorbechern vorgenommen. Mit dem existierenden Modell konnten die gemessenen Werte gut reproduziert werden.

Di. 16:55 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik II

Klingt ein Flügel bei 432 Hz-Stimmung besser als bei 440 Hz-Stimmung?

H. Fastl, Ch. Patsouras, T. Rader

AG Technische Akustik, MMK, TU München

In DIN 1320 ist der Normstimmton auf 440 Hz festgelegt. In der Praxis finden sich jedoch deutlich davon abweichende Werte. Während berühmte Orchester heutzutage meist höher einstimmen, wurden Instrumente früher meist tiefer eingestimmt. Von Musikliebhabern wird oft behauptet, dass Flügel, die wie früher üblich auf 432 Hz eingestimmt sind, besser klingen würden als bei der heutigen Stimmung auf 440 Hz. Diese Frage wurde mit psychoakustischen Methoden wie folgt untersucht: Mit einem Steinway-Welte-Reproduktionsflügel der Musikinstrumentensammlung des Deutschen Museums München wurden Einspielungen von Musikstücken verschiedener Stilrichtungen bei Stimmung auf 432 Hz bzw. 440 Hz wiedergegeben und auf DAT aufgezeichnet. Durch die automatisierte Wiedergabe konnten außer der Stimmung andere wesentliche Parameter wie Tempo, Anschlagsdynamik etc. konstant gehalten werden. Musikalisch vorgebildete Versuchspersonen wurden mittels der Meßmethode random access nach ihren Präferenzen befragt. Die Ergebnisse werden sowohl für Musikliebhaber als auch für professionelle Musiker mitgeteilt.

Di. 17:20 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik II

Klangliche Unterschiede zwischen nominell baugleichen Labialorgelpfeifen aus parallelwandigen oder ausgedünnten MetallplattenS. Bergweiler*, T. Görne** , D. Zscherpel*****Universität Potsdam, Angewandte Physik kondensierter Materie UP Transfer GmbH, **Görne Akustik Berlin, ***Alexander Schuke Potsdam Orgelbau GmbH*

Untersuchungen der Einflüsse von Material und Ausführung auf den Klang von Orgelpfeifen werden meist an Einzelexemplaren durchgeführt. Auf Grund der Parameterstreuungen können die dabei gefundenen Eigenschaften oft nur schwer verallgemeinert werden. Da der Klang von Orgelpfeifen sehr empfindlich von kleinsten Schwankungen abhängt, kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich bei den beobachteten Resultaten an Einzelpfeifen um klangliche Phänomene handelt, die nur bei dieser einen Pfeife auftauchen, oder dass die Ursachen der gefundenen Ergebnisse zufälliger Natur sind. Wesentlich ist daher die Frage, ob es Unterschiede zwischen baugleichen Orgelpfeifen gibt, die aus einem identischen Fertigungsprozess hervorgegangen sind.

In der vorgestellten Untersuchung wurden zweimal 10 Labialpfeifen aus Orgelmetall mit Prinzipalmensur angefertigt. 10 dieser Prüfpfeifen erhielten Pfeifenkörper aus parallelwandigen Metallplatten, 10 Pfeifen wurden in exakt gleicher Geometrie „ausgedünnt“, d.h. sie weisen einen vom Aufschnitt zur Pfeifenmündung hin linear abnehmenden Wandquerschnitt auf. Alle Prüfpfeifen wurden mit ansonsten identischen Abmessungen sowie identischer Aufschnittsgeometrie hergestellt und von zwei Intonateuren auf den gleichen Klang eingestellt. Es wird der Frage nachgegangen, welche messbaren klanglichen Schwankungen innerhalb der beiden Pfeifenreihen und zwischen ihnen festzustellen sind. Die festgestellten Schwankungen innerhalb einer Pfeifenreihe lassen erkennen, dass auch kleinste bauliche Abweichungen messbare Auswirkungen haben können. Klangliche Unterschiede zwischen beiden Reihen können mit hoher Sicherheit der ungleichen Wandgeometrie zugeschrieben werden, die damit als wichtiger Entwurfsparameter für das gewünschte Klangbild eines Registers zur Verfügung steht.

Di. 17:45 Uhr Raum AS

Musikalische Akustik II

Latent listener classes and class models in violin timbre

J. Stepanek

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

Twenty experienced listeners - violin players (Academy professors and students) assess dissimilarity in timbre in pairs of violin tone recordings. Five sets of violin tones (pitch B3, F4, C5, G5, D6) were used in the study. All pairs of seventeen tones for each pitch were listened in headphones and judged by mark from 0 (no difference in timbre) to 5 (most possible difference). The results of listening tests (individual dissimilarity matrixes) were processed using CLASCAL method. Resulting listener classes and class models of timbre on five pitches are compared and discussed.

Di. 11:50 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik I

The integration of experimental models in a real-time virtual car sound engineering environment

P. van de Pongseele, K. Janssens, M. Adams

LMS Deutschland GmbH

The use of NVH engineering tools in automotive development is well accepted, but their application is mainly restricted to the refinement and troubleshooting of physical prototypes. In order to accelerate and improve the overall development process, the current approach needs to modify from „Test, Analyze and Fix“ to a systematic „Design Right First Time“. In this context, our research activities have been directed to the development of hybrid engineering methods: one where experimental test data from existing components are re-used and combined with virtual models of newer components within the sub-assembly. Experimental and numerical modeling techniques are available for acoustics and noise & vibration prediction. But still missing are tools that allow relating the structural models and design modifications with sound perception. Sound-quality-accurate sound synthesis tools are needed to evaluate sound quality of pre-production vehicles since the human factor will remain hard to catch for the validation of the perception of acoustic comfort. In this paper, the use of Sound Quality Equivalent Models in an interactive, real-time Virtual Car Sound environment is discussed. A sound synthesis concept is presented where the total sound of a vehicle is split in a number of components (e.g. engine, road/tire, wind). Sound Quality Equivalent Models have been developed to describe their sound characteristics. The models consist of networks of single- and multi-reference transfer paths, operational loads and airborne sound

sources and allow evaluating the impact of changes to structural components on the in-vehicle sound quality. The models are integrated in an interactive, real-time Virtual Car Sound environment that synthesizes in-vehicle sound with equal sound quality perception.

Di. 11:15 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik I

Experimentelle Quantifizierung von Rädertriebs- und Kolbenschlaggeräuschanteilen von Verbrennungsmotoren

R. Arndt*, H. Pribsch*, A. Rust**, D. Prezel*

**ACC - Gesellschaft für Akustikforschung mbH, **AVL List GmbH*

Mit dem Einsatz moderner akustisch optimierter Verbrennungsverfahren (Common Rail) erlangt die Verringerung der mechanischen Geräuschanteile eines Verbrennungsmotors eine erhöhte Bedeutung. Zwei bedeutende mechanische Geräuschanteile - insbesondere bei LKW Motoren - sind das Rädertriebsgeräusch und das Kolbenschlaggeräusch. Um die Bedeutung der einzelnen mechanischen Geräuschquellen bei der akustischen Bewertung richtig beurteilen zu können, ist die genaue Kenntnis der Anteile von Kolbensschlag und Rädertrieb von Bedeutung. Zur Identifikation des Kolbenschlaggeräusches wurden die Kenntnisse von Signalzeitpunkt sowie der Signalart ausgenutzt. Unter zusätzlicher Verwendung des Übertragungsverhaltens des Motors konnte auf Basis der Zeitsignale ein Trennungsverfahren entwickelt werden, bei dem unter stationären Betriebsbedingungen der Kolbensschlaganteil im Körperschall an der Motoroberfläche und darauf aufbauend auch der Anteil an abgestrahlter Schallleistung bestimmt werden kann. Das Verfahren zur Bestimmung des Rädertriebgeräuschanteils basiert darauf, daß dieses Geräusch einerseits an der Rädertriebseite dominant ist und zur anderen Motorseite deutlich abnimmt und andererseits darauf, daß das Rädertriebgeräusch durch die Nebenaggregatantriebe beeinflusst wird. Beide Verfahren werden bezüglich ihrer Methodik beschrieben und exemplarische Ergebnisse an LKW Dieselmotoren gezeigt. Die Verfahren wurden verifiziert und können nun bei Motorgeräuschanalysen eingesetzt werden.

Di. 12:40 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik I

Verfahren zur Bestimmung von Schallanteilen schwingender Blechflächen einer Fahrzeugkarosserie unter Betriebsanregung mittels Doppelpuls - ESPI

M. Gewalt, U. Bernhard

A. Opel AG

Das Ziel einer Betriebsschwingungsmessung an einer Fahrzeugkarosserie ist es, die Flächen zu identifizieren, die für ein Geräuschproblem verantwortlich sind. Dazu ist es notwendig den Zusammenhang ➡

zwischen den gemessenen Schwingungsformen und dem Innengeräusch herzustellen. Im Vortrag wird ein Verfahren vorgestellt, das eine Synthese des Innengeräusches aus den gemessenen Schwingungsformen der Blechflächen und dem akustischen Übertragungsverhalten der Fahrgastzelle erlaubt. Die Schwingungsformen der Karosserieflächen unter Betriebsanregung werden mit DP - ESPI (Doppelpuls - Electronic Speckle Pattern Interferometry) bestimmt. Aus den Daten der einzelnen Flächen wird eine dreidimensionale Gesamtansicht des Schwingungsverhaltens der Karosserie zusammengesetzt. Vorteile dieses Verfahrens sind, dass die Schwingungsformen dreidimensional dargestellt und animiert werden können. Dadurch wird die Beurteilung des Schwingungsverhaltens wesentlich vereinfacht. Das akustische Übertragungsverhalten des Innenraumes (akustische Empfindlichkeit) wird mit einem inversen Verfahren bestimmt. Der Beitrag der einzelnen Blechflächen zum Gesamtgeräusch ergibt sich aus der komplexen Multiplikation der Schwingungsschnelle und der akustischen Übertragungsfunktion. Die einzelnen Komponenten der Geräuschanalyse werden als Zeiger in der komplexen Ebene oder als Farbdigramm in dem dreidimensionalen Modell dargestellt. Anhand dieser Darstellungen lassen sich die am stärksten abstrahlenden Flächen identifizieren und die Wirkung einzelner Maßnahmen abschätzen. Die Geräuschesynthese wird am Beispiel eines Fahrzeuges der unteren Mittelklasse gezeigt. Im Vergleich zum gemessenen Innengeräusch werden noch bestehende Probleme des Verfahrens aufgezeigt und deren Lösungsmöglichkeiten diskutiert.

Di. 14:00 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik I

Lärmminderung an Klimageräten für Wohnwagen

U. Ackermann*, D. Bergandt*, C. Geisreiter**, C. Müller***

Fachhochschule Südwestfalen Iserlohn, **Truma Gerätetechnik Putzbrunn, *Alcan Deutschland Plettenberg*

Klimageräte werden in Wohnwagen eingesetzt, um am heißen Sommertagen angenehme Temperaturen zu erzeugen. Der Ventilator des Klimageräts strahlt aber dabei soviel Lärm ab, dass die ruhesuchenden Urlauber im Wohnwagen belästigt werden. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Fh-SWF wurde deshalb in Zusammenarbeit mit dem Hersteller und dem Anwender ein spezieller Schalldämpfer entwickelt, der die Lärmprobleme löst. Der Schalldämpfer musste dabei in die engen Lüftungsschächte passen, und darüber hinaus kostengünstig zu fertigen sein.

Di. 14:25 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik I

Influence of different run up slopes on sound quality evaluation in vehicle interior soundsJ. Becker, M. Heppelter*Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne*

For the image of modern vehicles a customized acoustic outfit becomes more and more important. Beside the physical data like sound pressure level or frequency distribution, which could be measured with a microphone or an artificial head, sensational data like loudness or roughness evaluated by monaural or binaural hearing models give the acoustician a deeper insight into how a sound is perceived. Nevertheless for the final judgement of a vehicle sound design experts and customers have to rate the sound of the vehicle in a drive appraisal. During such an appraisal the judgement is influenced more or less by the performance, visual design, smell and many other attributes of the car. Listening studies in a laboratory give the opportunity to suppress attributes like visual design or smell, which are not related to the recording. Other attributes like performance, which directly influence the recording situation e.g. wide open throttle run ups, could not be eliminated easily even for the laboratory playback.

This paper discusses the influence of different run slopes on the evaluation of the attributes sportyness and comfort. For this purpose recordings of engine run ups from different vehicles have been analysed and re-synthesized with different run up slopes. The influence of different slopes on expert and non expert evaluations is presented.

Di. 14:50 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik I

Konzepte zur Verbesserung der Geräuschqualität von DieselfahrzeugenD. Patsouras, K. Pfaffelhuber*FAIST Automotive GmbH & Co. KG*

Basierend auf experimentellen psychoakustischen Untersuchungen bei Fahrzeugen der oberen Mittelklasse werden neue Bauteilkonzepte vorgestellt und diskutiert, mit welchen die Geräuschqualität des Dieselstandgeräusches dem Niveau von ottomotorisierten Fahrzeugen angenähert werden kann.

Di. 15:40 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik II

Schallquellenlokalisierung bei Vorbeifahrten von Kraftfahrzeugen mittels eines zweidimensionalen Mikrofon-ArraysB. Barsikow, M. Hellmig*Ingenieurbüro akustik-data*

Im Rahmen eines von der Bundesanstalt für Straßenwesen geförderten Forschungsvorhabens wurden die relevanten Schallquellen von Kraftfahrzeugen (Limousine, Van, Kleintransporter) während Vorbeifahrten mit 80 bis maximal 180 km/h mittels eines zweidimensionalen Mikrofon-Arrays lokalisiert. Das dabei verwendete so genannte „SnowflakeArray besteht aus 124 Mikrofonen, die mit Doppel- und Dreifachbelegung der Mikrofonpositionen drei Unter-Arrays für Analysen in verschiedenen Frequenzbereichen bilden. Die Mikrofonsignale wurden simultan mit dem Signal einer Lichtschranke (zur Geschwindigkeitsbestimmung und Synchronisierung der Mikrofonsignale mit der Fahrzeugposition) und dem Signal eines Kontrollmikrofons in 7,5 m Entfernung (zur Dokumentation der Gesamtemission) von einem 128-kanaligen Datenerfassungssystem aufgezeichnet. Die Versuchsfahrten fanden auf dem Testoval des EuroSpeedway Lausitz statt. Ziel der Untersuchungen ist es, den akustischen Schwerpunkt der Gesamtemission für die einzelnen Fahrzeuge zu bestimmen. Insbesondere ist die Schwerpunkthöhe in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit von Interesse. Es kann nämlich vermutet werden, dass sich diese mit steigender Geschwindigkeit zu größeren Höhen verschiebt, als sie mit 0,5 m über der Fahrbahn von der RLS-90 geschwindigkeitsunabhängig angenommen wird. Verantwortlich hierfür sind aerodynamische Schallquellen, von denen ein Teil Emissionsorte deutlich höher als 0,5 m über der Fahrbahn besitzt (insbesondere bei Vans, Kleintransportern, usw.). Über die Ergebnisse dieser Untersuchung soll in Form von ein- und zweidimensionalen Pegelverteilungen für die einzelnen Fahrzeuge berichtet werden.

Di. 16:05 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik II

Geräuschqualität im Kontext weiterer Fahrzeugattribute: Bewertung durch Kunden in Feld und LaborMarkus Bodden*, Ralf Heinrichs****Ingenieurbüro Dr. Bodden, **Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne (ACC)*

Die Optimierung der Geräuscheigenschaften von Produkten sollte auf die Anforderungen der Kunden zugeschnitten werden. Hierzu ist es erforderlich, diese Kundenanforderungen auch zu erfassen: Kunden müssen die Möglichkeit erhalten, ihre Vorstellungen zu äußern und Bewertungen abzugeben. Hierbei können neben Umfragen in Form von Interviews oder Fragebögen auch Tests in Feld und Labor eingesetzt werden. Im vorliegenden Fall wird ein beispielhaftes Vorgehen für das globale Attribut der „Fahrqualität“ vorgestellt. Die Methodik sowie die Ergebnisse werden vorgestellt, wobei insbesondere auch der Aspekt der Unterschiede in den Bewertung in Feld und Labor diskutiert werden.

Di. 16:30 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik II

Vorhersage des vibroakustischen Übertragungsverhaltens gekoppelter Strukturen mittels der FBS-Methode am Beispiel eines FahrschemelsA. Böhm, U. Bernhard*Adam Opel AG*

Die Frequency Based Substructuring Methode (FBS-Methode) erlaubt es das Übertragungsverhalten gekoppelter Substrukturen auf der Basis von Übertragungsfunktionen der ungekoppelten Substrukturen zu berechnen. Die Beschreibung der Substrukturen kann sowohl experimentell als auch numerisch erfolgen. Im Entwicklungsprozess ist eine effiziente Beurteilung verschiedener Varianten einer Komponente möglich, da nur die modifizierte Komponente und nicht die Gesamtstruktur neu berechnet werden muß. Im Rahmen von Troubleshooting kann das Verhalten des Gesamtsystems bei Modifikationen der numerisch beschriebenen Komponente effektiv beurteilt werden.

Es wurde die Kopplung eines Fahrschemels mit einem Trimmed Body betrachtet. Die Beschreibung des Trimmed Bodys erfolgte experimentell, die des Fahrschemels experimentell und numerisch. Es werden die mittels der FBS-Methode berechneten vibroakustischen Übertragungsfunktionen der elastisch gekoppelten Struktur für die beiden Beschreibungen des Fahrschemels vorgestellt und mit den direkt gemessenen Übertragungsfunktionen verglichen.

Es wird gezeigt, dass der Einfluß einer Modifikation des Fahrschemels auf das Übertragungsverhalten mit beiden Beschreibungsmöglichkeiten

vorhergesagt werden kann. Der nach der FBS-Methode zu erwartende Unterschied zwischen einer starren und elastischen Kopplung der Substrukturen wird dem am Gesamtsystem festgestellten gegenübergestellt.

Di. 16:55 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik II

Das Schallfeld in einem Kfz-Motorraum - Vergleich zwischen Messung und Simulation an einem vereinfachten 1:2-Modell

Tobias Kellert*, Oliver Strauch*, Jörn Domine*, Roland Sottek**

**Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen, **HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

In der Automobilindustrie haben sich in den letzten Jahren die BTPA und BTPS (Binaurale Transferpfadanalyse und -synthese) als gängige Modelle der akustischen Optimierung während der Fahrzeugentwicklung etabliert.

Ein wichtiges Ziel der BTPA/BTPS besteht darin, konstruktive Veränderungen an Antriebsaggregaten schon im Prüfstand in ihrer Auswirkung auf das Innengeräusch bewerten zu können und somit den Entwicklungsprozess zu beschleunigen. Hierzu müssen alle akustischen und vibro-akustischen Übertragungswege bis hin zum Fahrerohr bekannt sein. Für den Luftschall-Übertragungsweg kann die Abstrahlung schwingender Oberflächen noch im Prüfstand gemessen werden. Die raumakustischen Eigenschaften des Motorraums weichen jedoch deutlich von den Freifeldbedingungen im Prüfstand ab, und es ist zu prüfen, ob die Schallausbreitung im Motorraum anstelle von aufwändigen Messungen auch numerisch mit ausreichender Genauigkeit berechnet werden kann.

Zur Annäherung an diese Aufgabe wurde ein vereinfachtes 1:2-Modell eines Motors und eines Motorraums aus Holz angefertigt. Zur Anregung sind sowohl Lautsprecher als auch Shaker eingebaut. Parallel dazu wurde ein ComputermodeLL erstellt und in diesem mit Hilfe der im Institut entwickelten Software das Schallfeld berechnet. In diesem Beitrag werden die Luftschall-Messungen mit den entsprechenden Ergebnissen der Simulation verglichen. Dabei wird insbesondere auf die Aussagefähigkeit und die Grenzen der Simulation eingegangen.

Di. 17:20 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik II

Ein binauraler Schallsender zur reziproken TransferpfadanalysePhilipp Sellerbeck*, Martin Klemenz*, Roland Sottek****Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen; **HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Um die Qualität von Fahrzeug-Innengeräuschen schon in der Entwicklungsphase gezielt optimieren zu können, wurde in den letzten Jahren die Methoden „BTPA“ bzw. „BTPS“ entwickelt (Binaurale Transferpfadanalyse bzw. -synthese). Da hierbei der Beitrag jedes einzelnen Geräuschpfades separat auralisiert werden soll, müssen alle zugehörigen Übertragungsfunktionen gemessen werden. Eine Reihe von Vorteilen spricht dafür, die Übertragung von Körper- bzw. Luftschall bis hin zum Fahrerohr reziprok zu messen (Platzbedarf, Genauigkeit, Zeitersparnis). Hierfür wurde vom Institut für Technische Akustik der RWTH Aachen in Zusammenarbeit mit der Firma HEAD acoustics ein binauraler Schallsender entwickelt. Sein Gehäuse entspricht dem des Kunstkopf-Messsystems HMS III.

In diesem Beitrag wird der Schallsender in seinen technischen Merkmalen vorgestellt. Dies betrifft seine Richtwirkung, die Abhängigkeit von der akustischen Belastung und die Gültigkeit des Reziprozitätsprinzips für die Kombination aus binauralem Sender und binauralem Empfänger. Da für reziproke Messungen eine bekannte Volumenflussquelle benötigt wird, werden schließlich mehrere Kalibrierverfahren vorgestellt und verglichen.

Di. 17:45 Uhr Raum Phil

Fahrzeugakustik II

Anwendung des binauralen Schallsenders zur reziproken Transferpfadanalyse im FahrzeugMartin Klemenz*, Philipp Sellerbeck*, Tobias Kellert*, Roland Sottek****Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen; **HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Im vorangegangenen Vortrag wurde ein binauraler Schallsender vorgestellt, der im Rahmen der BTPA/BTPS für die reziproke Messung von Übertragungsfunktionen im Fahrzeug eingesetzt werden soll. Nach der Vorstellung der technischen Details werden in diesem zweiten Beitrag Anwendungsbeispiele aufgezeigt. Konkret geht es um zwei Klassen von Übertragungsfunktionen, nämlich einerseits die Übertragung von Körperschall über diskrete Schnittstellen in die Karosserie (z.B. über Motorlager) und anschließende Abstrahlung in den Innenraum, und andererseits die Abstrahlung von schwingenden Elementen des Powertrains und die Übertragung von Luftschall bis hin zum Fahrerohr. Es werden

hierbei Möglichkeiten und Grenzen für die Anwendung des binauralen Senders aufgezeigt. Für eine geschickte Wahl der Schnittstellen und die entsprechende Einbeziehung der Messergebnisse in die BTPA/BTPS werden die bisherigen Ansätze vorgestellt, die trotz ihrer Vereinfachungen plausible Ergebnisse liefern. Ebenso werden mehrere Ideen zur Erweiterung dieser Methoden diskutiert, die Gegenstand zukünftiger Forschung sind.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Neue Aspekte zum Kfz-Außengeräusch?

K. Genuit

HEAD acoustics GmbH

Das Kfz-Außengeräusch wird bislang basierend auf der ISO-Vorbeifahrtmessung bestimmt. D.h. das Kfz-Außengeräusch wird mit einem Einzelwert für einen ganz bestimmten Betriebsmodus definiert. Hinsichtlich des Kraftfahrzeug-Innengeräusches wird innerhalb der Automobilindustrie und deren Zulieferer seit über 2 Jahrzehnten eine sehr viel komplexere Geräuschanalyse angewendet, da hier hinreichend bekannt ist, dass die vom Menschen subjektiv wahrgenommene Geräuschqualität nicht nur mit einem einfachen Zahlenwert und nicht nur für einen ganz bestimmten Arbeitspunkt bestimmt werden kann. Während beim Kfz-Innengeräusch die Zielsetzung im wesentlichen ist, den Fahrer, der i.d.R. auch der Käufer des Produktes ist, hinsichtlich der Geräuschqualität zufrieden zu stellen, richtet sich das Kfz-Außengeräusch an viele Betroffene, die einerseits durch das Außengeräusch belästigt werden können oder aber andererseits durch ein angenehmes Außengeräusch ein positives Interesse bezüglich des Erwerbs eines solchen Produktes erhalten. Das bedeutet, dass für die weitere Betrachtung des Kfz-Außengeräusches Kenntnisse bei der Analyse des Kraftfahrzeug-Innengeräusches hilfreich sind. In diesem Beitrag wird daher versucht, neue Aspekte zum Kfz-Außengeräusch und deren Anwendbarkeit darzustellen.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Was bestimmt die Qualität des Fahrzeugaußengeräusches?

W. Krebber, K. Genuit, R. Sottek

HEAD acoustics GmbH

Im letzten Jahr wurde bereits das europäische Forschungsprojekt SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise, G6RD-CT-1999-00113) vorgestellt [1]. Dessen Ziel ist die Entwicklung neuer Methoden zur ➡

Bewertung des Außengeräusches von einzelnen Fahrzeugen sowie - in der Summe - des resultierenden Straßenverkehrslärms. Basierend auf subjektiver Evaluierung sowie Messungen physiologischer Reaktionen wurden objektive Deskriptoren entwickelt. Im Vergleich zur üblichen Bestimmung des A-bewerteten Schalldruckpegels unter standardisierten Vorbeifahrtbedingungen (ISO 362) lassen sich damit detailliertere und umfassendere Aussagen über die „Sound Quality“ des Außengeräusches gewinnen. In [2] wird bereits die Frage behandelt, auf welche Weise die einzelnen Fahrzeugkomponenten die dominanten Elemente des Außengeräusches beeinflussen. Das bereits vorgestellte Verfahren zur Synthese von Vorbeifahrtgeräuschen aus den einzelnen Komponenten wurde inzwischen anhand modifizierter Fahrzeuge überprüft. Die Ergebnisse und ihre Auswirkungen auf die Zukunft des Fahrzeugaußengeräusches werden vorgestellt und diskutiert.

[1] Winfried Krebber, Klaus Genuit und Roland Sottek. Lärmbelästigung durch Straßenverkehr - (k)ein Sound Quality Thema? DAGA 2002 in Bochum.

[2] Roland Sottek, Winfried Krebber, Klaus Genuit. Simulation des Straßenverkehrsgeräusches in Innenstadtstraßen. DAGA 2002 in Bochum

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Reaktionen auf Straßenverkehrsgeräusche. Straßenbelag als determinierende Geräuschkomponente

Brigitte Schulte-Fortkamp

TU-Berlin

Physikalische, soziale, psychologische, kulturelle, und situationale Bedingungen sind relevant, wenn partikulare, individuelle und/oder kollektive Einstellungen und Emotionen bezogen auf Geräusche bestimmt werden. Analysen von Geräuschereignissen wie z.B. von Straßenverkehrsgeräuschen erschließen ein Spektrum möglicher subjektiver Wahrnehmungen, Reaktionen und Beurteilungen im Kontext eines Klangbildes. Dabei reichen aber die klassischen Techniken der Psychoakustik nicht aus, zumal wesentlich ist, dass Verkehrsgeräusche in der Regel unangenehme Varianten und Assoziationen implizieren. Kombinierte sozio- und psycho-akustische Methoden zeigen wie subjektives Sinnverstehen und subjektive Wahrnehmung von Beurteilungen und Charakterisierungen akustischer Ereignisse zusammenhängen. In der Soundscapediskussion werden akustische Umwelten nach ihren typischen

akustischen und perzeptiven Ordnungen abgegrenzt. In einer Untersuchung über solche Grenzziehungen haben Anwohner ihre Straße perzeptiv segmentiert und ihr soziale Merkmale zugeschrieben. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Straßenbelag zu. Dargestellt werden die Erhebungsmethode sowie erste Ergebnisse aus den Interviewreihen.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Messung von Straßenverkehrsgeräuschen mit standardisierter und binauraler Messtechnik

H. Schwarz

schwarzingenieure GmbH, Beratende Ingenieure

Inhalt des Beitrags ist es, Differenzen zwischen Messungen von Straßenverkehrslärm mit einem normgerechten Messmikrofon und einem Kunstkopf-Gerät zu beschreiben. Neben dem in der Rechts- und Verwaltungspraxis für Verkehrslärmbeurteilung hauptsächlich verwendeten Pegel in der Einheit Dezibel mit A-Bewertung werden auch unbewertete Schalldruckpegel und die psychoakustischen Größen Lautheit in der Einheit Sone, Schärfe in der Einheit Acum und Rauigkeit in der Einheit Asper in den Vergleich einbezogen. Die Vergleichsmessungen werden unter Veränderung des Abstandes zur Straße und Beibehaltung der Kopfausrichtung zur Straße sowie unter Variation der Ausrichtung des Kopfes bei konstantem Abstand vorgenommen. Die Variation des Abstandes zwischen den Mikrofonen und der Straße dient der Untersuchung von Messwertdifferenzen auf abstandsabhängige Effekte und wird an drei verschiedenen Straßentypen durchgeführt. Die Drehung des Kunstkopfs um die eigene Achse ermöglicht die Abbildung von richtungsabhängigen Einflüssen auf die Differenzen der Messwerte und erfolgt innerorts. Darauf aufbauend wird ein Vorschlag entwickelt, wie die Fortschritte der akustischen Messtechnik und der Psychoakustik zukünftig auch im Verkehrslärbereich nutzbar sind und unter welchen Voraussetzungen das sinnvoll wäre.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Berechnung der Geräuschqualität des Außenstandgeräusches Dieselmotorgetriebener FahrzeugeCh. Patsouras*, H. Fastl*, D. Patsouras**, K. Pfaffelhuber****AG Technische Akustik, MMK, TU München; **FAIST Automotive GmbH & Co. KG, Krumbach*

Neben der Lautstärke ist das typische Nageln eines Dieselfahrzeugs ausschlaggebend für die Beurteilung der Geräuschqualität desselben. Dementsprechend werden in der vorliegenden Studie in einem Berechnungsmodell für die Geräuschqualität des Außenstandgeräusches Dieselmotorgetriebener Fahrzeuge grundlegende psychoakustische Empfindungsgrößen und physikalische Parameter aus dem Zeitbereich zur Beschreibung des Dieselmotortypischen Charakters verknüpft. Das so erlangte Berechnungsverfahren wird an zahlreichen Außenstandgeräuschen verifiziert. Die Ergebnisse werden mit anderen Verfahren, wie z.B. der Psychoakustischen Lästigkeit, verglichen.

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Außengeräuschgesetzgebung als Restriktion beim Sounddesign?Britta Stankewitz*Dr. Ing. h.c. F. Porsche AG*

Ziel eines jeden Sounddesigns ist es, die Markenidentität eines Fahrzeugs sowohl im Innen- und im Außengeräusch zu kreieren und zu vermitteln. Aufgrund der immer strenger werdenden Außengeräuschgesetzgebung muss das heutige Sounddesign jedoch versuchen, trotz eingeschränkter Freiräume eine maximal mögliche Individualisierung zu erreichen.

Obwohl das Außengeräusch eines Fahrzeugs als die Visitenkarte für den Hersteller gilt, ist es bei der Entwicklung eines kundenorientierten Sounds wichtig, besonders dem Fahrer im Innenraum ein seinem Fahrverhalten angepasstes akustisches Feedback zur Verfügung stellen zu können.

Das Innengeräusch wird aber maßgeblich von Teilschallquellen wie z.B. der Ansaugung und dem Abgasmündungsgeräusch beeinflusst, die vorrangig in das Außengeräusch abstrahlen. Daher ist es notwendig geworden, neue Wege zum Sounddesign im Innenraum zu finden. Einige Möglichkeiten, den Sound im Innenraum zu gestalten, ohne das Außengeräusch zu beeinflussen, sollen in diesem Vortrag erläutert und die Akzeptanz für den Kunden bewertet werden.

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Auralisation des Vorbeifahrtgeräusches aus einer Multimikrofon-aufnahme im Außengeräuschprüfstand

H. Hoffsummer, K. Genuit

HEAD acoustics GmbH

Bekanntlich korreliert die subjektive Bewertung des Fahrzeugaußengeräusches nicht immer mit dem A-bewerteten Vorbeifahrtpegel, der nach den üblichen Standards ermittelt wird. Für weitere Analysen ist jedoch eine - möglichst binaurale - Aufzeichnung des Zeitsignals notwendig. Nur so kann eine Bewertung des Signals in der Art vorgenommen werden, wie das menschliche Gehör es empfängt. Auf der Teststrecke stellt eine zusätzliche binaurale Aufzeichnung in der Regel kein Problem dar. Um Kosten zu sparen und von der Witterung unabhängig zu sein, wird jedoch oft anstelle der Teststrecke ein Außengeräuschprüfstand (Rollenprüfstand in einem reflexionsarmen Raum mit einem Mikrofonarray) bevorzugt. Insbesondere für drehzahlbasierte Analysen bietet das Verfahren Vorteile, da die u. U. aufwendige Telemetrie entfällt. Es wurde daher ein Verfahren entwickelt, das aus einer im Außengeräuschprüfstand gewonnenen mehrkanaligen Mikrofonaufnahme zunächst durch Einrechnung des Dopplereffektes das Mikrofonsignal einer realen Vorbeifahrtmessung berechnet. Anschließend wird mittels binauraler Synthese das linke und rechte Ohrsignal bestimmt, um ein räumlich korrektes Vorbeifahrtgeräusch zu erhalten. Das Ausgangssignal entspricht somit der Kunstkopfaufnahme einer realen Vorbeifahrt (unter Vernachlässigung des Windgeräusches). In der Folge können auf das berechnete binaurale Signal alle psychoakustisch motivierten Analysen angewendet werden. Es kann auch gefiltert werden, um unangenehme Frequenzanteile zu lokalisieren. So lassen sich die dominanten Geräuschquellen wesentlich einfacher ermitteln.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Psychophysiologische Bewertung der Geräuschqualität von Kfz-Vorbeifahrtgeräuschen

G. Notbohm, C. Gärtner, S. Schwarze

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Das EU-Forschungsprojekt SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise) verfolgt das Ziel, Wege zur Optimierung der Geräuschqualität von Kfz-Außengeräuschen zu erproben. Ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung ist dabei die von Versuchspersonen erlebte Geräuschqualität. Neben Fragebögen zur Geräuschbeurteilung bieten sich auch

physiologische Messungen von peripherer Durchblutung und Hautleitfähigkeit an, die sich in der Lärmwirkungsforschung bewährt haben. Für Straßenverkehrsgeräusche wurde diese Kombination subjektiver und physiologischer Maße bereits zur Bewertung der Geräuschqualität eingesetzt.

Hier wird über ein Laborexperiment mit 24 Versuchspersonen berichtet, in dem mit dieser Methodik die Wirkung von Vorbeifahrtgeräuschen einzelner PKWs untersucht wurde. Es wurden 9 verschiedene Aufnahmen von jeweils 2 Min. Dauer und einem einheitlichen Leq von etwa 83 dB(A) dargeboten: 3 unterschiedliche Fahrzeugtypen (untere Mittelklasse, Dieselfahrzeug, Limousine) in je 3 unterschiedlichen Betriebszuständen: - Beschleunigung im 2. Gang auf 50 km/h Geschwindigkeit - Vorbeifahrt im 3. Gang mit konstant 70 km/h - Heranfahrt an den Messpunkt mit Bremsen, Leerlauf und Abfahrt mit Beschleunigung.

Für jeden Betriebszustand wurden die Reaktionsmuster auf die 3 unterschiedlichen Fahrzeuge miteinander verglichen. Als wesentlichste Ergebnisse sind festzuhalten: - Trotz angeglicher Lautstärke zeigten sich in jedem Betriebszustand deutliche Unterschiede in den Reaktionen auf die drei Fahrzeuge. - Es ergab sich eine Interaktion zwischen Fahrzeugtyp und Betriebszustand: Kein Fahrzeug wurde in allen Betriebszuständen am positivsten oder negativsten bewertet. - Subjektive Beurteilung und physiologische Reaktionen stimmten meistens in den Tendenzen überein. Soweit abweichende Tendenzen auftraten, ist zu diskutieren, ob damit evtl. unterschiedliche Aspekte der Geräuschqualität erfasst wurden.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Die Geräuschqualität von optimierten Kfz-Vorbeifahrtgeräuschen im Urteil von Versuchspersonen

C. Gärtner, G. Notbohm, S. Schwarze

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Während der 3-jährigen Laufzeit des EU-Forschungsprojektes SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise) wurde unter anderem das Ziel verfolgt, die Geräuschqualität der Vorbeifahrtgeräusche verschiedener serienmäßiger PKWs zu verbessern. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse, die in Laborexperimenten zur subjektiven Beurteilung und zu physiologischen Reaktionen auf Vorbeifahrtgeräusche dieser Fahrzeuge gewonnen wurden, entwickelten die beteiligten Partner aus der Auto- und Zulieferindustrie modifizierte Einzelteile für Auspuffanlage, Kraftstoffzufuhr, Motordämmung und Bereifung. Anschließend wurden erneut Vorbeifahrtgeräusche der Fahrzeuge mit allen möglichen Kombinationen dieser technischen Modifikationen aufgenommen.

Im Hinblick auf die Außenwirkung der Geräusche wird in einem neuen Laborexperiment untersucht, ob sich in den bereits früher eingesetzten Wirkungsvariablen - subjektive Geräuschbeurteilungen und physiologische Maße wie Fingerpulsamplitude, Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit und elektrische Muskelaktivität - eine Auswirkung der Modifikationen auf die von Versuchspersonen erlebte Geräuschqualität nachweisen lässt. Für jedes der beiden modifizierten PKWs (Mittelklassefahrzeuge mit Benzin- bzw. Dieselmotor) werden dazu das ursprüngliche und das komplett modifizierte Vorbeifahrtgeräusch in verschiedenen Betriebszuständen wie Beschleunigung im 2. Gang auf 50 km/h, Vorbeifahrt im 3. Gang mit konstant 70 km/h oder Bremsen, Leerlauf und Abfahrt mit Beschleunigung verglichen.

Bei der Auswertung der subjektiven und physiologischen Reaktionen ist zunächst von Interesse, ob naive Versuchspersonen solche technischen Veränderungen überhaupt deutlich wahrnehmen und in der angestrebten Richtung als „Optimierung“ erleben. Des weiteren wird untersucht, ob sich aus den verschiedenen Variablen spezifische Reaktionsmuster für einzelne Geräusche ergeben, so dass weitere Aufschlüsse über relevante akustische Faktoren für die empfundene Qualität von Vorbeifahrtgeräuschen möglich werden.

Mi. 15:15 Uhr Raum FO 1

KFZ Außengeräusche

Forschungsverbund „Leiser Verkehr“: Erstellung eines Geräuschkatalogs für den Schwerpunkt „Lärmwirkung“

R. Bisping

SASS acoustic research & design GmbH

Es wird ein Geräuschkatalog erarbeitet, der sowohl Originalgeräusche als auch simulierte Verkehrsgeräusche enthält. Großer Wert wird auf eine Geräuschgestaltung gelegt, die eine naturgetreue Wiedergabe der erarbeiteten Szenarien im Labor ermöglicht. Einen Schwerpunkt bilden Geräusche mit dominanten tieffrequenten Anteilen. Sie besitzen ein hohes Störpotenzial und sind in der Lage, akustische Isolierungen zu durchdringen, die für höherfrequente Komponenten eine wirksame Abschirmung darstellen. Zur Erstellung des Geräuschkatalogs werden reale Straßen- und Schienengeräusche gemessen und mittels digitaler Verfahren modifiziert. Durch vergleichende Messungen werden diejenigen Geräuschanteile identifiziert, deren Änderung eine signifikante Entlastung erwarten lässt. Aus diesem Katalog wird eine Gruppe typischer Kerngeräusche ausgewählt und in unterschiedlichen Projekten des Forschungsschwerpunkts Lärmwirkung im Rahmen ihrer speziellen Fragestellung genutzt. Die Analyse dieser Kerngeräusche auf den unterschiedlichen Wirkungsebenen bildet den Ausgangspunkt für die Entwicklung von Konzepten zur Lärmbekämpfung auf psychoakustischer Basis.

Mi. 16:05 Uhr Raum FO 1

Lärm IV - Ausbreitung

Auswirkungen von Weichenverbindungen auf den Beurteilungsspiegel von SchienenverkehrslärmU. Möhler, M. Liepert*Möhler+Partner*

In Diskussionen mit Behörden und Bürgern werden oft Befürchtungen geäußert, dass beim Überfahren von Weichenverbindungen besonders lästige Geräusche entstehen. Durch Messungen der Schallabstrahlung unterschiedlicher Zuggattungen mit und ohne Weichenverbindung wurde der Unterschied quantifiziert. Die Auswirkung der Messergebnisse auf die Beurteilung von Schienenverkehrslärm nach der 16. BImSchV wird diskutiert.

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 1

Lärm IV - Ausbreitung

Schallabstrahlung von TunnelportalenS. R. Mehra*Lehrstuhl für Bauphysik der Universität Stuttgart und Fraunhofer-Institut für Bauphysik*

Zur kreuzungsfreien Verkehrsführung und Verbesserung der Verkehrssicherheit in den Zentren von Ballungsgebieten wird der Straßenverkehr häufig in Tunnel verlegt. Während der größte Teil der Anwohner vor dem Verkehrslärm im Tunnel geschützt bleibt, werden die in der Nähe des Tunnelportals wohnenden Menschen teilweise stärker lärmbelästigt als die Anwohner einer stark befahrenen Straße. Zur Untersuchung der Schallabstrahlung von Tunnelportalen wurden an drei städtischen Tunneln in Stuttgart Schallimmissionsmessungen durchgeführt. Es stellte sich heraus, dass der Schallpegel vor den Tunneln mit abnehmender Entfernung zum Portal ansteigt. Innerhalb der Bauwerke stellte sich mit zunehmender Entfernung zum Portal eine Erhöhung des Schallpegels ein. Das Ausmaß des Pegelanstieges war nicht bei allen Objekten gleich, was im Wesentlichen auf die geometrische Form der Tunneldecke und das Verhältnis Tunnelbreite zur Tunnelhöhe zurückgeführt wird.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 1

Lärm IV - Ausbreitung

Die praktische Umsetzung eines Konzepts zur monetären Bewertung von LärmschutzmaßnahmenHeinrich Metzen, Wolfgang Probst*DataKustik GmbH*

Wenn primäre Lärmschutzmaßnahmen wie lärmindernde Fahrbahnbeläge oder sekundäre Maßnahmen wie Abschirmwände zur Lärmmin-
derung an Verkehrswegen geplant sind, ist es oft erforderlich, die ➡

hierdurch erreichte Verbesserung zu den Kosten der Maßnahme in Beziehung zu setzen. Soll eine derartige Bewertung auf der Basis von Kosten erfolgen, so kommt es darauf an, den Nutzen durch die Verringerung der Geräuschemission in bewohnten Gebieten als Wertsteigerung zu quantifizieren. Vom BUWAL -Schweiz - ist hierzu ein Verfahren vorgelegt worden, welches die Abhängigkeit der Mietpreise von Wohnungen als Basis einer derartigen Bewertung verwendet. Dieses Verfahren ist umgesetzt worden und steht nunmehr zur monetären Bewertung von beliebig komplexen Lärmszenarien und von Lärmschutzprogrammen zur Verfügung. Das Verfahren geht von einer Mietwertänderung pro m^2 Wohnfläche und pro dB Änderung des Beurteilungspegels aus. Die maximale Wohnfläche eines Gebiets ergibt sich aus der Gebietsgröße und der GFZ (Geschoßflächenzahl). Soll nun die Nutzwertsteigerung durch eine beliebige Kombination von Lärmschutzmaßnahmen beurteilt werden, so wird sowohl für den Status Quo wie auch für den Planungszustand nach Durchführung eine Lärmkarte für den gesamten Planungsumgriff berechnet. Bei der Bewertungsrechnung wird nun für jedes Rasterelement die Wertsteigerung und durch Summation für das gesamte Gebiet der monetäre Nutzen ermittelt. Das Verfahren wird an einer realen Planungssituation demonstriert.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 1

Lärm IV - Ausbreitung

Zur Berücksichtigung der Bodenreflexion bei der Quellmessung von Mündungsknallen

K.-W. Hirsch

Institut für Lärmschutz

Die im Entwurf vorliegende DIN ISO 17201 beschreibt im Teil 1 ein Messverfahren zur Bestimmung der Freifeld-Quellstärke und -Richtcharakteristik von Mündungsknallen von Handfeuerwaffen und kleinen Sprengmitteln. Das Verfahren schreibt eine Messung des Schalldruckes auf einem Halbkreis um die Quelle vor. Eine praxisorientierte Messanordnung, die diesen Anforderungen genügt, ist die Messung der Signale auf einem zum Boden parallelen Messkreis mit 10 m Radius und einer Winkelauflösung von 30° von 0° bis 180° . Die Quelle befindet sich im Mittelpunkt des Kreises. Der Schütze schießt im stehenden, angestrichenen Anschlag in die 0° -Richtung parallel zum Boden.

Das Schalldrucksignal in allen Messpositionen setzt sich aus dem Direktschall und einer Bodenreflexion zusammen; Es ist also nicht direkt ein Maß für das Freifeldsignal der Quelle. Die oben beschriebene Geometrie führt dann zu Signalen, die weder im Frequenz- noch im Zeitbereich ohne weiteres zu trennen sind.

Es wird ein Verfahren vorgestellt, das bei Annahme eines bekannten Spektrumtyps für Explosionsknalle, den Beitrag der Bodenreflexion aus dem Mess-Signal eliminiert und die Freifeld-Quellstärke des Knalls bestimmt. Das Verfahren berücksichtigt Einflüsse des Windes, der Temperatur, der Bodeneigenschaften und der Positionierungsunsicherheiten. Dadurch gewinnt die Bestimmung der Quellparameter erheblich an Genauigkeit.

Mi. 17:45 Uhr Raum FO 1

Lärm IV - Ausbreitung

Modell der winkelabhängigen Signalform eines Fahrzeugs mit zwei Auspufföffnungen

A. Hensel, J. Altmann

Bochumer Verifikationsprojekt, Institut für Experimentalphysik III, Ruhr-Universität Bochum

Im Bereich der Waffenstillstands- und Abrüstungsverifikation sind automatische Sensorsysteme interessant. Eine Anwendung ist die Erkennung abkommenswidriger Passagen von Fahrzeugen; hierbei ist die korrekte Identifizierung des Fahrzeugtyps anhand der Signalform der Fahrzeuggeräusche unter unterschiedlichen Passageparametern (Abstand, Vorbeifahrtsgeschwindigkeit und -winkel) hilfreich. Bei vorherigen Experimenten zeigte sich eine deutliche Winkelabhängigkeit der emittierten Signalform (Altmann, DAGA '97; Hoffmeyer, DAGA '00).

Diese wurde exemplarisch für den Motorschall bei einem Leopard-1-Panzer untersucht. Hauptsignalquellen sind die beiden Auspufföffnungen und die Ansaugöffnung. Zur Gewinnung der in der Messung nicht zugänglichen Einzelsignale benutzten wir eine theoretische Simulation, in der die Signale der drei Hauptquellen sich gemäß den Laufzeiten an den Sensoren überlagern. Diese drei Quellsignale wurden durch nicht-lineare Anpassung an die in 6°-Winkelabstand um das Fahrzeug herum aufgenommenen Messsignale gewonnen. Zur Überprüfung wurde ein entsprechendes Modell mit drei installierten Lautsprechern im Maßstab 1:7 gebaut. Die theoretisch gewonnenen Quellsignale wurden über die Lautsprecher ausgegeben und die Summensignale in einem reflexionsarmen Raum ebenfalls mit 6° Auflösung gemessen.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Charakterisierung der Trittschallquelle „Menschlicher Geher“

Rainer Thaden

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Es ist bekannt, dass der menschliche Geher als Trittschallquelle durch das Normtrittschallhammerwerk nur angenähert charakterisiert wird. Besonders leichte Böden können durch das Hammerwerk falsch charakterisiert werden, da dessen Eingangsimpedanz nicht der des menschlichen Gehers entspricht. In der Vergangenheit gab es bereits Versuche, die Eingangsimpedanz des Gehers aus statischen Impedanzmessungen zu bestimmen. Da diese Methode nicht dem Belastungsfall beim Gehen entspricht, wurde eine Methode entwickelt, die Impedanz des Gehers während des dynamischen Gehvorgangs zu bestimmen. Dazu wird der Geher durch eine ideale Kraftquelle und eine Innenimpedanz modelliert. Durch Messungen der Kraft und der Schnelle unterhalb des Fußes über zwei verschiedenen Impedanzen können die Leerlaufkraft und die Innenimpedanz des Gehers bestimmt werden. Für die Messung werden Piezoelemente benutzt, die vor der Messung geeignet kalibriert werden, so dass aus der Messung der Spannung und des Stromes am Piezoelement die Kraft und die Schnelle auf der Oberfläche berechnet werden können. Die Messmethode sowie erste Ergebnisse werden präsentiert.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Bestimmung der Fußimpedanz während des Gehvorgangs

Wieland Weise, Christian Bethke, Werner Scholl

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Beim Anregen von Decken mit dem Normhammerwerk nach ISO 140 weichen die Geräuschentwicklungen auf vielen Decken stark von denen bei Anregung durch gehende Personen ab. Ursache hierfür ist, dass die mechanischen Quellimpedanzen von Gehern und Hammerwerk völlig verschieden sind. Um Ersatzquellen für Trittschallanregung weiterentwickeln zu können und die Übereinstimmung solcher Ersatzquellen mit realen Gehern auf verschiedenen Decken Vorhersagen zu können, ist es notwendig die Quellimpedanz von Gehern zu bestimmen. Da diese Impedanz jedoch starke Nichtlinearitäten aufweist, liefert die einfache Messung mit einem Impedanzmesskopf keine hinreichend sicheren Ergebnisse. Deshalb wird zur Zeit ein Messverfahren entwickelt, mit dem die Impedanz unter den dynamischen Verhältnissen des Auftrittsvorgangs ermittelt werden kann. Im vorliegenden Beitrag werden erste Ergebnisse vorgestellt.

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Zum Stand des Schallschutzes bei Treppen in Massiv- und LeichtbauweiseT. Möck (1), H.-M. Fischer (2), J. Scheck (2), R. Kurz (3)*(1) Schalltechnisches Treppen-, Entwicklungs- und Prüfinstitut (STEP) GmbH, Winnenden, (2) Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, (3) Kurz und Fischer GmbH, Winnenden*

Im Zusammenhang mit bauakustischen Güteprüfungen von Treppen ergibt sich häufig die Frage nach dem Stand des Schallschutzes bei Treppenkonstruktionen. Dies veranlasste uns im Rahmen eines Forschungsprojektes zur Erstellung eines Fragebogens zur Erhebung des aktuellen Standes des Schallschutzes bei Treppen sowohl in Massiv- als auch in Leichtbauweise. Dieser wurde an alle bei der VMPA eingetragenen Güteprüfstellen verschickt. Neben den Messwerten für den Norm-Trittschallpegel der Treppenkonstruktionen wurden auch die technischen Daten der untersuchten Treppen und der Gebäude, in denen die Untersuchungen durchgeführt wurden, erfragt. Wesentliche Parameter waren: Gebäudetyp (Reihenhaus, Doppelhaus...), Trennwandkonstruktion (einschalig, zweischalig...) und Übertragungssituation (horizontal, diagonal...). Desweiteren wurde nach subjektiven Eindrücken der Bewohner, sofern Störungen vorlagen, gefragt. Im Zeitraum des vergangenen Jahres sind weit über 200 Ergebnisse von bauakustischen Messungen an Treppen zusammengetragen worden. Über die Auswertungen der Datensammlung wird in diesem Beitrag berichtet.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Untersuchungen zur Prognose der Trittschallübertragung leichter MontagetreppenThomas Alber, Harald Haubensak, Jochen Scheck, Heinz-Martin Fischer*Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik*

Während für die Prognose der Trittschallübertragung von massiven Trenndecken in DIN EN 12354-2 ein Berechnungsverfahren beschrieben ist, existiert für leichte Montagetreppen kein solches Rechenmodell. Das erwähnte Prognoseverfahren für Massivdecken ist bei Montagetreppen zunächst nicht unmittelbar anwendbar, da es von einer vertikalen Körperschalleinleitung in die Trenndecke ausgeht, während bei leichten Treppen die Krafteinleitung nicht vertikal zum Trennbauteil erfolgt. Die physikalisch exakte Beschreibung der Körperschallübertragung von der leichten Treppe auf die Trennwand erscheint ausgesprochen schwierig. Eine Möglichkeit, dies im Rahmen eines Prognoseverfahrens zu umgehen, besteht in der messtechnischen Bestimmung einer

sog. äquivalenten Kraft. Im Beitrag wird über derartige Untersuchungen und über die gewonnenen Erfahrungen bei einer Bolzentreppe berichtet.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Untersuchungen an einem Aufbau zur Simulation des Trittschallverhaltens von Holzbalkendecken

H. Bietz, W. Scholl

Fachlaboratorium Angewandte Akustik, Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig

Für die Bestimmung des Trittschallverbesserungsmaßes von Bodenbelägen auf Holzbalkendecken gibt es zur Zeit keine genormte Bezugsdecke, so dass jede Kombination aus Belag und Rohdecke einzeln gemessen werden muss. Entwürfe für genormte Bezugsdecken werden zur Zeit diskutiert. Ein von der Statens Provningsanstalt SP (Boras, Schweden) erarbeiteter Alternativvorschlag beschreibt eine Holzkonstruktion, die in Verbindung mit einer herkömmlichen Betonrohdecke das Trittschallverhalten einer Holzbalkendecke simulieren soll. Um die Brauchbarkeit dieses Simulators zu testen, wurde von NORDTEST ein Ringversuch initiiert, an dem auch die PTB teilgenommen hat. Über das Messprogramm des Ringversuches hinaus wurden in der PTB zahlreiche Zusatzuntersuchungen durchgeführt. Der Simulator wurde hinsichtlich einiger Konstruktionsparameter variiert, und es wurde als weiterer Belag ein Trockenestrich verwendet. Weiterhin bestand die Möglichkeit, die Beläge vergleichend auf einer ‚echten‘ Holzbalkendecke zu messen, welche einem der im Rahmen von ISO 140 diskutierten Entwürfe entspricht. Insbesondere durch die Zusatzmessungen konnten interessante Erkenntnisse über die Möglichkeiten und Grenzen des Simulators gewonnen werden.

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Schwingungsverhalten von Holzständerwänden

J. Hessinger, H.P. Buschbacher, A. Rabold, M. Leitgeb, R. Ramsteiner, F. Holtz

Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik

Die Schalldämmung von einfachen Holzständerwänden mit den unterschiedlichsten Beplankungen und Dämmstoffen wurde in der Vergangenheit bereits sehr oft untersucht. Zu diesem Thema sollen in

diesem Vortrag nun Teilergebnisse eines vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten AiF-Projekts vorgestellt werden. Um ein tieferes Verständnis für die besonderen Mechanismen der Schallübertragung bei Holzständerwänden zu erlangen, wurden die Körperschall-Schwingungsbilder einer Standard-Holzständerwand bei Luftschallanregung im Frequenzbereich zwischen ca. 20 Hz und 750 Hz aufgenommen. In den Meßergebnissen konnten die Eigenschwingungen der Wand sehr gut identifiziert werden : von der 1. Scheiben-Schwingung bei ca. 23 Hz bis zu den Gefach-Schwingungen oberhalb ca. 60 Hz. Die entsprechenden Oberschwingungen für diese Eigenmoden treten ebenfalls auf und sind deutlich sichtbar. Das Verhältnis der Frequenzen von Grund- und Oberschwingungen stimmen mit der Theorie überein. Ein Vergleich mit den Schalldämmkurven zeigt, dass die Einbrüche in der Kurve des Schalldämm-Maßes von der Frequenzlage mit den verschiedenen Körperschall-Schwingungsbildern koinzidieren. Die Schallübertragungen bei den Holzständerwänden können somit den verschiedenen Eigenschwingungen der Wand zugeordnet werden. Es zeigt sich dass die größten Einbrüche durch Gefach-Schwingungen verursacht werden. Durch dieses Verständnis für die Schallübertragungsmechanismen wird es in Zukunft möglich sein die Schalldämmung von Holzständerwänden besser zu prognostizieren. Es wird das Ziel sein über die Variation der Parameter der Beplankung (Material, Dicke, Plattengröße, Raster, ...) die Schalldämmung der Holzständerwände weiter zu optimieren.

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

DIN 4109 Teil 10 - ein Fortschritt der Bauakustik?

Roland Kurz, Frank Schnelle

Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Winnenden und Halle (Saale)

Beim vorliegenden dreistufigen Konzept der Schallschutzstufen nach DIN 4109-10 (Entwurf) „Schallschutz im Hochbau, Teil 10: Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen“ besteht die Gefahr, dass die Schallschutzstufe I (Anforderungen nach DIN 4109) „entwertet“ wird und kaum noch zur Anwendung kommt. Die Schallschutzstufe II wird bei diesem Konzept faktisch als Standard eingeführt. Dieser Trend ist bereits in Gutachten von einigen bauakustischen Sachverständigen und darauf basierenden Gerichtsurteilen zu beobachten. Ohne Kenntnis baupraktischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte ist nach den Angaben der DIN 4109 Teil 10 zu erwarten, dass von den Bewohnern sogar die Schallschutzstufe III gewünscht wird. Aus der eigenen Beratungspraxis und Tätigkeit als öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger werden aktuelle statistische Auswertungen zu (Erst-)Beschwerden von Bewohnern über einen mangelhaften Schallschutz

in Gebäuden und die typischen schalltechnischen Probleme vorgestellt und mit den Ergebnissen der durchgeführten bauakustischen Messungen verglichen. Die Werte der einzelnen Schallschutzstufen werden hinsichtlich der Gesamtkonzeption und ihrer Umsetzung in der Baupraxis diskutiert sowie Probleme bei zukünftigen Nachweisverfahren im Hinblick auf die Planungssicherheit aufgezeigt.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Charakterisierung von technischen Installationen als Körperschallquellen

Moritz Späh, Heinz-Martin Fischer

Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

Die Normenreihe der DIN EN 12354 liefert inzwischen in ihren Teilen 1 und 2 ein erprobtes Prognosemodell für die Vorausberechnung der Luftschall- und Trittschalldämmung im (Massiv-) Bau. Dagegen bestehen bis dato für die Prognose von Schallpegeln, die durch technische Installationen in Gebäuden hervorgerufen werden, keine aussagekräftigen erprobten Verfahren. In den normengebenden Gremien bei CEN werden zur Zeit Ideen entwickelt, die auf ihre Anwendbarkeit und Leistungsfähigkeit sowie gegebenenfalls auf Einschränkungen untersucht und evaluiert werden müssen. In einem vom BBR geförderten Forschungsvorhaben werden an Installationen, z.B. Whirlpools und Spülkästen, Untersuchungen durchgeführt, die zu einer Charakterisierung der Körperschallquellen führen sollen. Die erhobenen Daten sollen in Prognosemodellen, z.B. das der DIN EN 12354 Teil 5, Verwendung finden können, so daß auch für die Körperschalleinleitung von Installationen verlässlichere Prognosen der erzeugten Schallpegel im Gebäude möglich werden.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Effiziente Lokalisierung von Schallbrücken mittels Körperschallintensitätsmessung

K. Naßhan, W. Maysenhölder

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Nach wie vor führt eine mangelhafte Bauausführung häufig zu Schallbrücken. Voraussetzung für eine kostengünstige Reparatur ist deren effiziente Lokalisierung. Wir stellen ein Verfahren vor, welches durch Messung der Körperschallintensität an verschiedenen Punkten eines Bauteils die Lage der Schallbrücken bestimmt. Schallbrücken sind Quellen oder Senken der Körperschallenergie. Mit einem eigens dafür entwickelten, PC-gestützten Meß- und Auswerteprogramm wird das Feld

vermessen und aus den Intensitätsvektoren die Positionen von Quellen und Senken ermittelt. Erste Modellexperimente und Messungen an Estrichen demonstrieren die Tauglichkeit des Meßverfahrens für den praktischen Einsatz.

Mi. 15:15 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Der Einfluss meteorologischer Bedingungen auf bauakustische Messungen

V. Wittstock, C. Bethke

PTB Braunschweig

Bei bauakustischen Messungen sind sowohl der Luftdruck als auch die Temperatur Schwankungen unterworfen, die einerseits durch verschiedene Wetterlagen und andererseits durch unterschiedliche geographische Höhen der Messorte bedingt sind. Bislang wurden die Auswirkungen dieser Schwankungen vernachlässigt. Da jedoch die Messunsicherheiten in der Bauakustik generell als zu hoch angesehen werden, wurde nun die Auswirkung von Druck- und Temperaturschwankungen auf das Schalldämmmaß, den Normtrittschallpegel und weitere bauakustische Messgrößen untersucht. In einer theoretischen Analyse konnten dabei systematische Einflüsse sowohl der Temperatur als auch des Luftdrucks aufgezeigt werden. Eine Höhenänderung von 500 m verursacht demnach sowohl beim Schalldämmmaß als auch beim Normtrittschallpegel eine Änderung von ca. 0,5 dB. Temperaturbedingte Schalldämmmaß- bzw. Normtrittschallpegeländerungen sind etwas geringer, betragen aber immer noch 0,3 dB bei einer Temperaturänderung um 20 K. Durch Messungen an einem verkleinerten Prüfstandsmodell wurde dieses Ergebnis überprüft, indem die Untersuchungen unter wesentlich geringeren als den üblichen Luftdrücken durchgeführt wurden. Dies war erforderlich, um den quantitativ schwach ausgeprägten Effekt gegenüber der Messunsicherheit zu vergrößern. Für einschalige Bauteile wurde das theoretisch erzielte Resultat durch die Experimente bestätigt. Die Messergebnisse der zweischaligen Bauteile streuen demgegenüber wesentlich stärker, jedoch sind die Auswirkungen von Luftdruckschwankungen tendenziell eher stärker ausgeprägt als bei den einschaligen Bauteilen. Somit erscheint eine generelle Korrektur in den einschlägigen Messnormen angebracht.

Mi. 15:40 Uhr Raum FO 2

Bauakustik II

Schalldämmung von Überströmelementen

Frank Schnelle, Roland Kurz

Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Halle (Saale) und Winnenden

Beim Einsatz von neuen Lüftungskonzepten in Bürogebäuden wird häufig der Einbau von Überströmelementen in Trennwänden vorgenommen. Zur Bewertung des Einflusses von Überströmelementen auf die resultierende Schalldämmung zwischen den Räumen ist die Kenntnis der Schalldämmung der Elemente notwendig. Akustische Daten zu Überströmelementen stehen bisher kaum zur Verfügung. In Prüfräumen wurde die Schalldämmung eines Überströmelementes messtechnisch untersucht. Die Messergebnisse werden vorgestellt und mit Ergebnissen von Berechnungen verglichen. Die vorgenommenen Berechnungen beruhen auf einer Betrachtung des untersuchten Überströmelements als Schalldämpfer bzw. als schalldämpfender Kanal.

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 2

Hydroakustik

Messung der Unterwasser-Schallabstrahlung einer Offshore-Windenergieanlage

Joachim

Klaus Betke*, Manfred Schultz-von Glahn*, Joachim Gabriel**, Andreas Petersen***

Institut für Technische und Angewandte Physik GmbH (ITAP), Oldenburg **Deutsches Windenergie-Institut (DEWI), Wilhelmshaven *GE Wind Energy GmbH, Salzbergen*

Derzeit laufen Planungen und Genehmigungsverfahren für über 5000 Windenergieanlagen (WEA) in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in Nord- und Ostsee; jede einzelne Anlage wird 3 bis 5MW Nennleistung haben. Nicht nur die von sehr starken Rammgeräuschen gekennzeichnete Bauphase, auch der reguläre Betrieb der Anlagen kann eventuell eine akustische Belastung der Meeresfauna bedeuten. Schall wird dabei überwiegend durch die von Getriebe und Generator verursachten Biegeschwingungen des Turmmantels ins Wasser eingeleitet. Diese Schallabstrahlung kann theoretisch oder numerisch bislang nur ungenau prognostiziert werden. An einer bestehenden Offshore-WEA der 1.5-MW-Klasse wurden daher die Schwingungen der Turmwand an mehreren Positionen über und unter Wasser gemessen und gleichzeitig der Hydroschall in verschiedenen Abständen zur Anlage registriert. Die Ergebnisse werden mit audiologischen Daten von Meeressäugtieren verglichen.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 2

Hydroakustik

Modeling of fish target strength angular dependence for indirect target strength estimation methods.

Marek Moszynski, Andrzej Stepnowski, Krzysztof Bikonis
Gdansk University of Technology

Indirect methods of fish target strength estimation uses the statistical theory for recovering fish target strength probability density function (PDF) from echo level PDF. This approach is useful for data acquired from single beam echosounders and it uses the concept of its transducer beam pattern PDF. Typically it is assumed that fish target strength and beam pattern random variables are independent. However, as the beam pattern PDF depends on angular position of a fish and simultaneously target strength of fish depends on its orientation in relation to the transducer, the both random variables are rather dependent. The paper presents the solution of the problem based on extracting dependant part of fish target strength angular characteristics. Theoretical considerations are complemented by statistical modelling and analysis of sample acoustic survey data.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 2

Hydroakustik

Modelling of acoustic wave backscattering on rough seabed - comparison of different approaches

Zbigniew Lubniewski

The underwater acoustic methods of seafloor characterisation have achieved special attention during last decades due to being more simple, fast, versatile and cost effective in comparison with alternative methods, e.g. using geological cores or video cameras. For development of reliable and efficient acoustic methods of seabed identification and classification, the theoretical modelling of acoustic scattering on water-bottom interface and within insonified sediment volume is necessary. It allows prediction which features of bottom echo and in what manner should be used to characterise the seabed properties with best potential generalisation abilities and sufficient level of accuracy. The paper presents the results of modelling of echosounder signal backscattering on rough seabed surface. Two different approaches were used, viz. the direct acoustic echo pressure modelling and concurrently, the incoherent signal intensity modelling. Also, the different statistical descriptions of seabed roughness were applied, e.g. Gaussian form or power law form of the surface spatial power spectrum. The comparison of several cases was made and the dependence of the simulation results on different initial parameters, describing both the environment properties and used

underwater acoustic system settings, was also investigated. The obtained results allowed for better understanding and describing of the process of acoustic wave scattering on seabed. The comparison of these results with the real data acquired in sites of known bottom properties may constitute the foundations for more reliable seafloor characterisation methods.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 3

Raumakustik I

Vergleich von Rechnung und Messung beim 3. Ringvergleich zur Raumakustischen Simulation

I. Bork

PTB Braunschweig

Das Musikstudio der PTB ist mit einem Volumen von ca. 400 m^3 für Berechnungen auf der Basis geometrischer Akustik ein relativ kleiner Raum und erfüllt für tiefe Frequenzen nicht die nötigen Voraussetzungen zur Anwendung von Raumsimulationsprogrammen. Trotzdem konnten im Rahmen des 3. Internationalen Round Robins teilweise sehr gute Übereinstimmungen zwischen Rechnung und Messung der raumakustischen Parameter festgestellt werden. Abweichungen im tiefsten betrachteten Frequenzbereich (125 Hz Oktave) an einer einzelnen Sender-Empfängerkombination konnten auf Welleneffekte zurückgeführt werden, die eine starke Abhängigkeit des Parameters D_{50} vom Messort bewirken.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 3

Raumakustik I

„Schallteilchen - Beugung“ - möglich und sinnvoll ? - Vergleich und Diskussion des „Stuttgarter“ und des „Trondheimer“ Modells

Uwe M. Stephenson

Hochschule für angewandte Wissenschaften, Hamburg

Die aus der Raumakustik bekannten effizienten Strahlverfolgungsalgorithmen versagen naturgemäß, wenn Beugungseffekte wichtig werden. Ziel ist deshalb seit Langem, sie um Beugung bzw. auf niedrigere Frequenzen zu erweitern, die „Marktlücke“ zu BEM-Methoden zu schließen, bei denen der Raum zwar groß, aber nicht mehr sehr groß gegen die Wellenlänge ist, somit einen einheitlichen Algorithmus auch zur Lärmimmissionsprognose im Freien zu finden, bei dem die beliebige Kombination von Reflexionen und Beugungen höherer Ordnung möglich ist. Arbeitshypothesen waren: Grundelement ist die Beugung an Kanten halbebener Schirme, gleichzeitige Beugung an mehreren Kanten, soll

aus jener „baukastenartig“ zusammengesetzt werden, aus der Wellentheorie eine „Ablenkwinkelwahrscheinlichkeitsdichte“ (AWWD) hergeleitet werden, Strahlen danach aufgespalten und weiterhin energetisch überlagert werden. Beim „StuttgarterSSchallteilchen-Beugungs-Modell (DAGA 1986) wurde intuitiv eine „Kantenbeugungswirkung“ eingeführt, die „Unschärferelation“ und die Spaltbeugungsfunktion als AWWD bemüht. Die Übereinstimmungen mit den bekannten Winkelfunktionen an Einfachschirm und Spalt waren erstaunlich gut. Ziel des „Trondheimer“ Modells war es, aus der Fresnel-Kirchhoff'schen Theorie solche AWWD analytisch herzuleiten, was auch gelang (DAGA 1993). Dieses Modell erfüllt auch das Reziprozitätsprinzip. Allerdings versagt es wegen der Interferenzen bei mehreren Kanten. Auch ist das alte Modell besser modularisierbar. Also „zurück zum Stuttgarter Modell“ ? Probleme und Widersprüche bei der Erfassung „naher“ beugender Kanten können durch eine Zerlegung des Raumes in konvexe Teilräume und Randzonen auf transparenten Wänden elegant gelöst werden. Beide Verfahren scheinen, wie noch bis vor kurzem allseits vermutet, an der Explosion von Strahlenanzahl und Rechenzeit zu scheitern. Dagegen helfen jedoch effiziente Wiedervereinigungsalgorithmen. (s. Fortsetzungs-Vortrag auf dieser DAGA.)

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 3

Raumakustik I

Quantisierte Pyramidenstrahlen oder Schallteilchen-Radiosity-Methode ? - Lösung der Probleme der Quantisierung und der Quasi-Simultanverfolgung

Uwe M. Stephenson

Hochschule für angewandte Wissenschaften, Hamburg

Mit dem Ziel eines einheitlichen und effizienten Universalalgorithmus für Raumakustik und Lärmimmissionsprognose wurde bereits auf der ICA 1995 die Methode der Quantisierten Pyramidenstrahlen („Pyre“) vorgestellt, eine Kombination der Pyramidenstrahlen (eine Art effiziente Spiegelquellenmethode), mit der aus der Optik bekannten hoch-effizienten Radiosity- (Strahlungsaustausch-)Methode (s. ACUSTICA 82, 1996). Es wurde gezeigt, dass hiermit, wie angestrebt, im Prinzip sowohl geometrische und diffuse Reflexionen wie auch Beugungen in beliebiger Kombination simuliert werden können - und zwar ohne Rechenzeitexplosion ! Allerdings ist diese Methode geometrisch hoch kompliziert; ungelöst waren die Probleme der Quantisierung der Raumwinkel der Pyre und einer effizienten Datenverwaltung in Verbindung mit der quasi-simultanen Verfolgung der Pyramidenstrahlen, die notwendig ist, um den entscheidenden Wiedervereinigungseffekt zu erreichen. Auf der DAGA 2001 wurde hingegen mit dem gleichen Ziel eine viel einfachere, wenn auch ungenauere Kombination

der Schallteilchen- mit der Radiosity-Methode vorgestellt, mit dem die Wiedervereinigung von Strahlen bei nahezu gleichzeitigem Auftreffen auf kleinen Oberflächenelementen (Patches) erzielt wird, „Umverteilungen von Schallenergie,, von wo aus Spiegelung als auch Streuung möglich ist. Hierbei werden, neben Zeit bzw. Laufweg, auch Raumwinkel quantisiert, und zwar durch das Anpeilen der Patche. Diese Methode wird nun auch für die Pyre übernommen. Beide Verfahren werden kurz rekapituliert und weiter als bisher präzisiert, insbesondere der Algorithmus der Quasi-Parallelverfolgung. Eine wichtige Rolle spielt dabei eine Zerlegung der Räume in konvexe Teilräume: zur Rechenzeit- und Speichersparnis sowie zum Einbau der Beugungseffekte.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 3

Raumakustik I

Kopplung des TLM-Verfahrens mit einer Zustandsraumbeschreibung von Plattenschwingern zur raumakustischen Simulation bei tiefen Frequenzen

M. Blau*, A. Wilde**

**TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation, **Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen, Außenstelle EAS*

Während moderne raumakustische Simulationsverfahren im hochfrequenten Bereich zufriedenstellende Vorhersagen liefern, weisen die derzeitigen Ansätze zur Simulation im tieffrequenten Bereich noch viele ungelöste Probleme auf. Ein bisher wenig beachteter Ansatz zur Simulation akustischer Wellenphänomene ist das sogenannte „Transmission Line Matrix Verfahren (TLM), welches auch unter dem Namen „3D Digital Waveguide Mesh“ oder als Spezialfall des „Finite Difference Time Domain Verfahren bekannt ist. Im vorliegenden Beitrag wird diese Methode um ein Verfahren zur Modellierung von Plattenschwingern erweitert. Dabei werden die Plattenschwinger als lineare zeitinvariante Systeme mit multiplen Ein- und Ausgängen betrachtet, welche durch eine Beschreibung im Zustandsraum als Randbedingung für eine TLM-Simulation benutzt werden. Die Systemmatrizen der Zustandsraumbeschreibung der Plattenschwinger werden hier zunächst auf der Grundlage von Messungen aller mechanischen Übertragungsfunktionen ermittelt, ein späterer Übergang auf numerische Verfahren ist problemlos möglich. Das vorgestellte Verfahren wurde benutzt, um das Schallfeld in einem Hallraum mit vier Plattenschwingern an einer Wand zu simulieren. Es werden erste Ergebnisse dieses Experiments diskutiert und Schlußfolgerungen für die weitere Entwicklung des Verfahrens abgeleitet.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 3

Raumakustik I

Calculation of the reflected field from an impedance plane

Grigory Romanenko, Michael Vorländer

Institute of Technical Acoustics, RWTH Aachen

Radiation from a source in the presence of plane surface is a classical problem in room acoustics. The reflection of radiated sound is frequently described by the plane wave reflection coefficient, despite the fact that the source is of spherical symmetry. It has a good agreement with experimental results if the source and receivers positions are located far from a surface. However the development of a general model of reflections requires the spherical wave reflection coefficient. It is especially important in small rooms at low frequency when the curvature of spherical waves becomes significant.

In this paper the spherical wave reflections coefficient was used to simulate the reflections waves radiated by a spherical source above an infinite plane boundary. The reflected spherical wave was expressed as a superposition of infinite number of plane waves. To compare the receiving results the reflection field was also modelled with the spherically radiating image source. The strength of image is multiplied by the plane wave reflections coefficient. The plane boundary with finite impedance and with impedance discontinuities based on the Frenel-zone approximation is employed.

The reflected field at various positions of a source and receiver for a range of frequencies and different impedance was calculated. It was known that error given by model with plane reflection coefficients becomes more significant when the angle of incidence is close to grazing and absorption coefficient of surface is increased. However application of wave reflection coefficient is more complicated and requires the much greater CPU-time for calculations. The aim of our work was to define the computation time of reflected field and estimate as far as is justified to use spherical wave reflection coefficient instead of plane wave reflection coefficient for simulation of sound field in rooms.

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 3

Raumakustik I

Hörversuche zur Evaluierung der Verhallung mit gesampelten Raumimpulsantworten in der Surround-Filmpostproduktion

Dieter Leckschat, Andreas Turnwald

Fachhochschule Düsseldorf

Die Verwendung mehrkanaliger, am Set einer Filmaufnahme gemessenen Raumimpulsantworten (RIA) zur Verhallung von Sprache und Synchrongeräuschen bei der Filmtone-Produktion wurde bereits in einem früheren Beitrag unter technischen Gesichtspunkten vorgestellt [1]. ➡

Das Ziel der Verhallung mit authentischen RIA's anstelle konventioneller Hallgeräte liegt in der realistischeren, packenderen Einbindung des Kinogängers in das Geschehen auf der Leinwand. Die zwischenzeitlich abgeschlossenen Hörversuche mit verschiedenen Abmischungen des fünfkanaligen Filmtons wurden in einem Kinosaal durchgeführt, um die dort anzutreffenden, genau spezifizierten akustischen Verhältnisse (Nachhallzeiten, Anordnung, Richtcharakteristika und Frequenzgänge der Lautsprecher etc.) bei der Wiedergabe zu berücksichtigen. Im Ergebnis resultiert eine klare Bevorzugung der mit authentischen, mehrkanaligen RIA verhallten Surround-Versionen gegenüber Filmszenen, die mit den Standardhallgeräten der Filmbranche erstellt wurden. Dabei treten signifikante Unterschiede auf zwischen den verschiedenen Mikrofonierungsarten, mit denen die Erfassung fünfkanaliger RIA's on location durchgeführt wurde. Der verbesserten emotionalen Qualität der RIA-Verhallung steht ein heute noch erhöhter technologisch-logistischer Aufwand gegenüber, der retrospektiv im Beitrag erörtert wird.

[1] ANDREAS TURNWALD, DIETER LECKSCHAT Raumimpulsantworten in der Produktion von 5.1 Filmtone DAGA 2002

[2] ANDREAS TURNWALD Anwendung von Raumimpulsantworten in der Filmtone-Produktion Diplomarbeit an der FH Düsseldorf 2002

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Binaurale Messungen zur Verifikation einer akustischen Entwurfsmethodik für Architekten

C. Moldrzyk

TU Berlin, FSP-PV/PRZ

Der Entwurfsprozeß von Räumen durch Architekten läßt bisher nur sehr bedingt raumakustische Kriterien in die Raumgestaltung einfließen. Traditionell haben visuell-räumliche und konzeptionelle Gestaltungsprinzipien Vorrang. Ergebnis sind oft für ihren Einsatzzweck nicht optimal geeignete Räume. Daher soll mit einer akustischen Entwurfsmethodik Architekten ein Werkzeug zur Verfügung gestellt werden, mit dem nach entsprechender Einarbeitung der Entwurf von Räumen unter Einbeziehung der späteren Akustik gelingt. Dieses Werkzeug sieht den Entwurf von Räumen unter Einsatz binauraler Raumsimulationstechnik vor. Die Simulationsergebnisse werden über Kopfhörer mit Headtracker auralisiert. Zur Verifikation und Datenakquise dient ein neuartiger Kunstkopf, dessen Kopf gegenüber dem Torso drehbar ist. Messungen verschiedener Räume mit diesem Kunstkopf werden im Vergleich mit den Simulationsergebnissen vorgestellt und in die Entwicklungsarbeit einer akustischen Entwurfsmethodik für Architekten eingebunden.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Evaluierung von Räumen anhand Binauraler AktivitätsmusterW. Hess, J. Braasch, J. Blauert*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Die Ausgangsgrößen der Rechenmodelle zur Lokalisierung von Schallquellen werden meist als Korrelogramm, dem sogenannten Binauralen Aktivitätsmuster, dargestellt. In dieser Arbeit wurde untersucht, inwieweit binaurale Messungen von Raumimpulsantworten und deren kopfbezogene Bewertung mittels Binauraler Aktivitätsmuster zur qualitativen Beurteilung der akustischen Eigenschaften von kleinen Räumen, Konzertsälen und Autos benutzt werden können. Um eine entsprechende Evaluierung durchführen zu können, musste die Darstellungsweise der Aktivitätsmuster optimiert werden, damit wichtige Parameter wie beispielsweise Nachhallzeit und initial time-delay gap ersichtlich werden. Als erforderliche Erweiterungen bezüglich der bestehenden Modelle von Lindemann (1986) und Gaik (1993) erwiesen sich (i) die Skalierung des Maximums in jedem Zeitfenster in Dezibel, um die späten Reflexionen sichtbar zu machen, (ii) eine gehörgerechte Integration über verschiedene Frequenzbänder und (iii) die farbliche Darstellung der binauralen Aktivitätsmuster, um die Elevation und Vorne-Hinten-Richtung der Reflexionen zu visualisieren.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Simulation des Publikums durch spezielle Polyester-Textilien bei der Messung von Konzertsälen in der PraxisK.-H. Lorenz*, F. Breuer****Adviesbureau Peutz & Assoc. B.V., Mook, The Netherlands, **Peutz Consult GmbH, Düsseldorf*

In diesem Vortrag wird der praktische Einsatz und die Eignung spezieller Polyester-Textilien als Publikumssimulation bei raumakustischen Messungen von Konzertsälen behandelt. Bei der Messung objektiver Parameter in Konzertsälen für deren primären Einsatzzweck als Auditorium, ist das grösste praktische Hindernis, dass der Saal meist nicht im besetzten Zustand gemessen werden kann. Jedoch gerade die Messwerte des gänzlich besetzten Raumes sind für die akustischen Eigenschaften des Auditoriums kennzeichnend und daher von besonderem Interesse. Anstatt aus den Messwerten des unbesetzten Saales die des besetzten zu extrapolieren, kann spezielles Absorptionsmaterial verwendet werden, um die Eigenschaften einer Besetzung mit Publikum zu simulieren. Um dies unter Praxisbedingungen zu testen, wurden in vier Räumen unterschiedlicher Grösse (Hallraum, kleiner Konzertsaal, grosser Hörsaal, grosser Konzertsaal) und Besetzung Messungen durchgeführt,

und zwar im leeren Zustand, teilbesetzt mit Publikum und mit der zuvor besetzten Fläche mit Absorptionsstoff belegt. Gemessen wurden Nachhallzeiten und Impulsantworten an diversen vergleichbaren Positionen. Die Ergebnisse dieser Messungen werden hier vorgestellt wie auch der praktische Einsatz, die Eigenschaften und die Eignung des Absorptionsmaterials aus Polyester, das hier als Publikumssimulation dient.

Mi. 15:15 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Application of the Relative Approach to Optimize Packet Loss Concealment Implementations

Frank Kettler, H.W. Gierlich, F. Rosenberger

HEAD acoustics GmbH

The speech transmission quality in packetized data transmission scenarios like VoIP is influenced by various network impairments. Speech quality degradations caused by packet loss as one of these impairments can be reduced by packet loss concealment algorithms at the receiving side. Typical implementations are the repetition of previously received frames or speech interpolation. Signal discontinuities leading to audible disturbances should be minimized. The analysis method Relative Approach is based on a Hearing Model in combination with a suitable test signal and can be used to detect and minimize audible impairments. The application of this test method is described and different packet loss concealment implementations are analyzed.

Mi. 15:40 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Der Einfluss der Mikrofonrichtcharakteristik auf den Lateral-Fraction-Parameter

Ingo Witew, Gottfried Behler

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Bei der Messung der Schallverteilung in Räumen ist die Lateral Fraction eine mögliche Methode, einen einfachen Zahlenwert zu ermitteln. Hierfür werden spezielle Richtmikrofone benötigt. Dieser Beitrag beschreibt die Ergebnisse von Simulationen und Messungen um die Auswirkungen von Mikrofonrichtcharakteristika auf den Lateral-Energy-Fraction-Parameter zu bestimmen. Ausgehend von gemessenen und algebraisch definierten Richtcharakteristiken wird die Lateral-Fraction für diverse Schallfelder berechnet. Die Untersuchungen zeigen, dass bei der Bestimmung der Lateral Fraction mit handelsüblichen Mikrofonen schon vergleichsweise geringe Abweichungen von der theoretisch vorgegebenen RC zu substantziellen Veränderungen des gesuchten Parameters führen.

Mi. 16:05 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Sechs Lautsprecher im Wohnzimmer - stimmt die Akustik?Ernst-Joachim Völker, Wolfgang Teuber, Alexander Bob*IAB Institut für Akustik und Bauphysik*

Die stereofone, zweikanalige Übertragung mit zwei Abhörlautsprechern ist üblich für Wohnräume, obwohl viele Rundfunkgeräte auf monofone Wiedergabe für Hintergrundmusik, Werbung oder Sprachsendungen eingestellt sind. Mit 6 Lautsprechern soll das große Klangerlebnis ins Haus gebracht werden. Es wird der Surround Sound erzeugt, der das Miterleben vermittelt, etwa beim Fußballspiel, beim Autorennen oder beim DVD-Film mit 5.1 Lautsprecherwiedergabe. Ist hierfür die Akustik des Raumes gut genug? Was sagt der Nachbar, der ein Buch lesen möchte oder früh ins Bett geht? Ist der Schallschutz ausreichend? Oder gilt dieser Fortschritt der Technik nur im freistehenden Einfamilienhaus, wenn die Eltern den Kindern das Haus überlassen und selbst die Flucht ergreifen? Die 5.1 Wiedergabetechnik im Regieraum des IAB (Institut für Akustik und Bauphysik) wurde in einer Untersuchung verglichen mit der gleichen Anordnung in einem Wohnraum. Der bedämpfte Regieraum mit ca. 0,2s Nachhallzeit unterscheidet sich vom Wohnraum mit 0,6s, was gleichbedeutend ist mit vielen Schallreflexionen, die von den 5 bzw. 6 Lautsprechern verursacht werden. Gegenüber dem ungestörten Regieraum ist die Ortung im Wohnraum beeinträchtigt. Wiedergegebene Schallereignisse erscheinen verschwommen und an anderen Orten. Sie sind in die Lautsprecher verschoben, wenn die Abhörposition gewechselt wird. Manche Versuchspersonen haben dieses verschwommene Klangbild für bestimmte Musikgattungen bevorzugt. Die Abhörlautstärke war in beiden Räumen gleich groß auf 80 dB(A) eingestellt. Es wurden 5 gleiche Abhörboxen der Fa. Fostex, Typ FN-1, in Ohrhöhe nach dem bekannten Muster positioniert. Während im Regieraum die Lautsprecher in die Wandgestaltung und Technik des Raumes integriert werden konnten, bestehen im Wohnzimmer Probleme, weil andere Nutzungen wichtiger sind. Ein Wandel kann erst durch das „Moderne zukünftige Wohnzentrum“ erreicht werden, in dem auch der größere Raum mit Medientechnik zur Verfügung steht.

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Zur Ermittlung des Standes der Technik für geräuscharme Bühnen-HubpodienWerner Schirmer*KBI Schallschutzberatung GmbH Dresden*

Für Theater-Hubpodien mit Leer-Massen $m = 10 \dots 20 \text{ t}$ erfolgt die Geräuschabnahme-Messung bei Hubgeschwindigkeiten $v = 0,1 \dots 0,7 \text{ m/s}$. Der Geräuschmeßort „Parkett 1. Reihe Mitte“ liegt $d = 6 \dots 15 \text{ m}$ vom gemessenen Podium entfernt. ➡

Die Antriebsleistung für solche Podien beträgt mehrere 100 kW. Für die Festlegung der Anforderung „Fahrgeräusch von Hupodien“ durch den Theaterplaner und zur Realisierbarkeits-/Aufwandsabschätzung durch den Podienhersteller ist die Kenntnis des Standes der Technik erforderlich, bisher aber nicht verfügbar.

Seine Ermittlung stößt außer auf die üblichen Schwierigkeiten der Datenzugänglichkeit hier auf die Besonderheit, dass die verfügbaren Geräuschdaten für sehr unterschiedliche Werte von v , d und m gelten, also zunächst nicht vergleichbar sind.

Im Beitrag wird gezeigt, wie durch Bezug der Geräuschdaten auf einheitliche Werte von v , d und m der Stand der Technik für die verschiedenen Podien-Antriebsarten erkennbar wird. Als akustische Grundlage dazu wird vorgetragen, wie die Abhängigkeit des Schalldruckpegels „Parkett 1. Reihe Mitte“ von v , d und m zu berücksichtigen ist.

Es wird angeregt, die Datensammlung durch Zulieferung von Daten weiter auszubauen und für alle Fachkreise zugänglich zu machen.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Untersuchungen zum raumakustisch optimalen Orgelstandort am Beispiel der St. Sebastian Kathedrale in Magdeburg

Jörn Hoffmeier*, H.-P. Tennhardt**

**KÖTTER Beratende Ingenieure Berlin, ** IEMB e.V.*

Im Zusammenhang mit einem geplanten Orgelneubau in der St. Sebastian Kathedrale traten verschiedene Meinungen bezüglich des akustisch optimalen Standortes der Orgel auf. Zur Bestimmung des optimalen Standortes wurden die Hörsamkeitsparameter für drei mögliche Orgelstandorte mit Hilfe von raumakustischen Messungen in der Kirche bestimmt. Untersucht wurden die Standorte: vorderer Teil des linken Seitenschiffes, im südlichen Teil des Querhauses und im hinteren Teil des Haupthauses auf der Westempore. Kirchenräume verlangen eine spezielle Hörsamkeit, welche vielen teils widersprüchlichen Anforderungen gerecht werden muss. Es werden raumakustische Anforderungen für Kirchen dargestellt und mit Optimalwerten der Hörsamkeitsparameter untermauert. In einer raumakustischen Computersimulation wurde der Einfluß des Abbruches der zum Zeitpunkt der Messungen vorhandenen großen Westempore auf die Hörsamkeit untersucht. Die Ergebnisse werden kurz dargestellt. Die drei Orgelstandorte werden anschließend bezüglich ihrer Hörsamkeitseigenschaften gegenübergestellt und miteinander verglichen. So stellte sich als akustisch günstigster Orgelstandort der vordere Teil des linken Seitenschiffes heraus. Bei diesem Standort ist eine optimale Klarheit bzw. Durchsichtigkeit von Musik und ein optimaler Raumeindruck auf allen Plätzen im Hauptschiff gegeben. Die

Schallpegelverteilung weist nur geringe Differenzen auf. Ungünstig an diesem Orgelstandort ist der harte Klangeinsatz bei orgelnahen Hörerplätzen im Hauptschiff. Der in ähnlichen Räumen akustisch sehr günstige Orgelstandort im hinteren Teil des Haupthauses auf der Westempore kommt auf einer akustischen Rangliste an zweiter Stelle. Grund ist die gegenüber dem Standort im südlichen Teil des Querhauses günstigere Klarheit bzw. Durchsichtigkeit für Musik.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Raumakustische Gestaltung von Atrien

Hagen Rosenheinrich, O. Kornadt

Bauhaus-Universität Weimar

Seit einigen Jahren stehen Atrien bei den Bauherren hoch im Trend. Dies manifestiert sich besonders in den Großstädten und Ballungsräumen in Form von Innenhöfen oder Passagen. Hintergründe dieser Tendenz sind im Wesentlichen das repräsentative Erscheinungsbild und der hohe Freizeit- und Erlebniswert.

All diese Aspekte wurden in den letzten Jahren in zahlreichen Untersuchungen und Veröffentlichungen durch die Fachwelt eingehend erörtert. Jedoch wurde bisweilen ein wichtiger Gesichtspunkt oft vernachlässigt - die eingehende Planung der raumakustischen Eigenschaften von Atrien. Möglicherweise liegen die Ursachen dafür darin, dass die Planer oft mit den komplexen raumakustischen Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhängen überfordert sind. Eine raumakustische Optimierung der Atrien erlangt aber besonders dann einen hohen Stellenwert, wenn man berücksichtigt, dass immer öfter - seitens der Nutzer - eine ganzjährige flexible Nutzung des Atriumsgebietes, durch musikalische und sprachliche Darbietungen, gewünscht wird.

Die Professur Bauphysik der Bauhaus-Universität Weimar hat in Zusammenarbeit mit einem Akustikbüro einige Referenzobjekte auf ihre raumakustischen Qualitäten untersucht, um in Verbindung mit den akustischen Grundsätzen - generelle Anforderungen an die raumakustische Planung herauszuarbeiten. Im Mittelpunkt der Betrachtungen steht die Sicherstellung der Sprachverständlichkeit bei Vorträgen und die Durchsichtigkeit musikalischer Darbietungen. Trotz der besonderen Charakteristik der Atrien, welche in großen Volumina und großflächigen schallharten Umschließungsflächen - infolge großflächiger Glaskonstruktionen liegt, sind nachteilige raumakustische Effekte zu vermeiden. Parallel dazu werden vergleichende Betrachtungen mit raumakustisch optimierten Räumen, wie Kammermusiksalen vorgenommen. In Form eines Leitfadens oder einer Gestaltungsempfehlung sollen die Ergebnisse den Planern zur Verfügung gestellt werden, um leichter eine schalltechnische Vorplanung vornehmen zu können.

Mi. 17:45 Uhr Raum FO 3

Raumakustik II

Die Raumakustik im historisch neu gestalteten Zuschauersaal des Stadttheaters Görlitz

R. Löwe¹, R. O. Neubauer²

¹ibL Ingenieurbüro Löwe, Dresden; ²Ing.-Büro Neubauer VDI, Ingolstadt

In dem historischen Musiktheater und jetzigen Stadttheater Görlitz, welches auch „Kleine Semperoper“ genannt wird, sollte im Zuge umfangreicher Gesamtanierungsmaßnahmen der Zuschauersaal vollständig erneuert werden. Nach Archivbildern und unter Aufsicht des Amtes für Denkmalschutz wurde der Zuschauerraum im neoklassizistischen Stil von 1873 wiedererrichtet und am 7. September 2002 eröffnet. Die Zielsetzung der akustischen Planung war, die allgemein als gut bewertete Raumakustik durch den Umbau nicht zu verschlechtern. Der Schwerpunkt der raumakustischen Planung lag in der Optimierung der Schallverteilung in dem Saal und die Gewährleistung einer variablen Nutzung, das heißt sowohl für Sprachdarbietungen als auch für klassische und moderne Musikaufführungen. In diesem Beitrag werden die gemessenen Nachhallzeiten vor und nach der Sanierung wiedergegeben und gegenübergestellt. Ergänzend werden die nach dem Umbau ermittelten raumakustischen Parameter wie z.B. das Klarheitsmaß C_{80} und das Deutlichkeitsmaß C_{50} beschrieben.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 4

Lärm II - Wirkung

Anforderungen und Lärmminderungsmaßnahmen für Bildschirmarbeitsplätze im Büro

Wolfgang Probst, Uli Donner

ACCON GmbH

Die schalltechnischen Anforderungen gemäß Arbeitsstättenrichtlinie mit 85, 70 und 55 dB(A) Beurteilungspegel am Arbeitsplatz sind nicht als Skala zur Quantifizierung oder gar zur Verhinderung von Lärm für Arbeitsstätten mit Bildschirmen geeignet. Es wird gezeigt, dass ein von 3 Kriterien abhängige Qualifizierung von Arbeitsplätzen erforderlich ist. Dies betrifft den an einem Arbeitsplatz durch Fremdgeräusche vorhandenen Schalldruckpegel, das Herausragen einer einzelnen Schallquelle über alle anderen Quellen und die Verstehbarkeit der von anderen gesprochenen Worte. Es wird weiter gezeigt, wie Büroarbeitsplätze auf diese Weise beurteilt werden können und wie durch Anwendung dieser

Kriterien bei der Planung und Einrichtung von Büroarbeitsplätzen unter Berücksichtigung der jeweiligen Randbedingungen optimale schalltechnische Verhältnisse hergestellt werden können. Die erläuterte Methodik basiert auf wirkungsbezogenen Kriterien, bezieht aber im weiteren ausschließlich genormte Pegelwerte und Kenngrößen ein. Über die von den Herstellern angegebenen Geräuschemissionswerte der technischen Geräte, die klassifizierten Absorptionseigenschaften von Decken- und Wandsystemen sowie der Anordnung von Arbeitsplätzen, Geräten und Einrichtungsgegenständen können so den genannten Anforderungen entsprechende und dennoch funktionelle Bürolandschaften konzipiert werden. Die erläuterten Techniken basieren auf Projekten, die im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin durchgeführt worden sind.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 4

Lärm II - Wirkung

Resultate des ersten Teils der Lärmstudie 2000: Die Belästigungssituation um den Flughafen Zürich-Kloten

K. Wirth

ETH Zürich

Im Rahmen der ETH-Lärmstudie 2000 wurde im August 2001 im Gebiet des Flughafens Zürich-Kloten eine Befragung zur Belästigungssituation durchgeführt. Über 1800 Personen nahmen daran teil. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über einen Umkreis von 20 km um den Flughafen und beinhaltet Regionen mit Zivilfluglärm, mit Militärfluglärm, mit Militär- und Zivilfluglärm und Kontrollgebiete ohne jeglichen Fluglärm. Dabei gilt es zu beachten, dass im Umfeld des Flughafens Zürich-Kloten seit ein paar Jahren mehrere Gegebenheiten die Gemüter erhitzen, beispielsweise eine Pistensperrung und das dadurch bedingte veränderte Abflugregime im Juni und Juli 2000, das Luftverkehrsabkommen mit Deutschland und die ständig wachsende Anzahl Flugbewegungen. Diese Diskussionen betreffen den Zivilflugverkehr, nicht aber den Militärflugbetrieb des nahen Militärflugplatzes Dübendorf. Die EMPA (Eidgenössische Materialprüfungsanstalt) berechnete für jede befragte Person verschiedene Fluglärmwerte, darunter der 16h-Leq, der 1h-Leq für die drei Nachtstunden und der 12h-Leq für das Gebiet um den Militärflughafen Dübendorf. In diesem Vortrag werden folgende Resultate der Studie vorgestellt: 1) Die Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen Fluglärm und Belästigung wird für Militär- und für Zivilfluglärm getrennt dargestellt und zeigt, dass die beiden Fluglärmarten unterschiedliche Reaktionen hervorriefen. 2) Der

Einfluss von verschiedenen Moderatorvariablen auf die Lärmbelastung wurde untersucht, so die klassischen Moderatoren wie z.B. Einstellung zum Flugverkehr und Vertrauen in Behörden und Organisationen, aber auch andere Variablen wie Flugbetrieb als Arbeitgeber, Mehrbelastung während des veränderten Flugregimes im Sommer 2000 und die ökologische Einstellung. Von allen untersuchten Variablen ist die ökologische Einstellung die wichtigste intervenierende Variable. 3) Die Resultate werden mit den beiden früheren Schweizer Fluglärmstudien, der Lärmstudie 90 und der Soziopsychologischen Fluglärmstudie von 1974, verglichen. Es kann gezeigt werden, dass die Belästigung im tiefen Belastungsbereich im Vergleich zu den 70er und den 90er Jahren erheblich angestiegen ist.

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 4

Lärm II - Wirkung

Wie lässt sich die EN 50332 nutzen?

E. Werner

Produktsicherheit ist in zunehmendem Maße ein Thema im täglichen Leben geworden. Darunter fällt auch die Gefährdung des Gehörs durch zu große Schallenergien. Während für Arbeitsstätten schon mit Rücksicht auf Entschädigungs- und Rentenansprüche frühzeitig verbindliche Regelungen und Überprüfungen eingeführt wurden, ist die Ausweitung auf Umgebungslärm außerhalb des Arbeitsbereichs und ganz besonders auf die Selbstgefährdung im Privatbereich erst jüngeren Datums. Die EG-Richtlinie zur allgemeinen Produktsicherheit und die daraus abgeleiteten Nationalen Gesetze dazu führen zwangsläufig zur Frage nach sinnvollen Grenzen und einem geeigneten Nachweis ihrer Einhaltung. Mit der Norm EN 50332 ist zumindest in dem für die Gehörgefährdung besonders bedeutsamen Bereich der portablen Abspielgeräte mit Kopfhörerausgang eine einfache und kostenneutrale Lösung beschrieben. Die zu Grunde gelegten Grenzwerte basieren auf Befragungen einer großen Zahl von Nutzern über viele Jahre hinweg. Einzelheiten der Norm werden im Zusammenhang mit den aktuellen gesetzlichen Regelungen dargestellt.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 4

Lärm II - Wirkung

Summation der Lärmbelastung von zivilem und militärischem Fluglärm

Maria Balmer, Annemarie Seiler

BUWAL (Bern)

In der schweizerischen Lärmschutz-Verordnung wird in den Anhängen 5 und 8 die Ermittlung und Beurteilung für zivile resp. militärische Flugplätze unterschiedlich geregelt. Im Raum Zürich befindet sich ein Gebiet, welches sowohl vom Fluglärm eines zivilen (Kloten) als auch

eines militärischen (Dübendorf) Flugplatzes betroffen ist. Die heutige Vollzugspraxis der getrennten Beurteilung unterbewertet die tatsächliche Störwirkung. Das Bundesgericht verlangt in seiner Entscheid vom 8.12.2000 die Ausarbeitung eines konkreten Beurteilungsverfahrens für diese Art von Doppelbelastung. Dabei sollte geltendes Recht beibehalten werden (Rechtssicherheit). Die Charakteristik der Gesamtfluglärmbelastung verändert sich im Raum zwischen den beiden Flugplätzen, von einer rein zivilen über eine echte Doppelbelastung zu einer rein militärischen. Mittels einer Situationsanalyse wurden Kriterien für eine Grenzziehung zwischen den einzelnen Beurteilungsbereichen ausgearbeitet und es konnte eine konkrete auf die bestehenden Verfahren aufbauende Ermittlungs- und Beurteilungsmethode für die Bereiche mit echter Doppelbelastung vorgelegt werden. Es ist vorgesehen, diese Methode in einer Vollzugshilfe zu verankern.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 4

Lärm II - Wirkung

Open-Air Konzerte und Lärmschutz - ein Widerspruch ?

Andreas Fischer

Bayer AG

Der Veranstalter von (Open-Air-) Konzerten hat hinsichtlich des Schallschutzes eine Reihe von Pflichten und Verantwortung. Hinsichtlich des Schallimmissionsschutzes für die Nachbarschaft sind länderspezifische Vorschriften mit zum Teil deutlich unterschiedlichen Richtwerten zu berücksichtigen. Im Rahmen seiner Verkehrssicherungspflicht ist der Veranstalter zudem verpflichtet, die Besucher vor schädigendem Lärm zu schützen. Gerichtsurteile zeigen, dass diese Pflichten nicht nur erfüllt werden müssen, sondern auch ein geeigneter Nachweis notwendig ist. Dem gegenüber stehen die Vorstellungen der Besucher und Künstler hinsichtlich des Höreindrucks und der dazu notwendigen Beschallung. Am Beispiel von Open-Air-Konzerten in einem Fussballstadion (ca. 29.000 Zuschauern) mit eng benachbarter Wohnbebauung wird dargestellt, wie diese gegensätzlichen Interessen in der Praxis weitestgehend in Einklang gebracht werden können. Hierzu werden Genehmigungssituation sowie Planung, Ausführung und Überwachung erläutert.

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 4

Lärm II - Wirkung

Vertäubung und Erholung des Gehörs nach energie-äquivalenten Belastungen

H. Strasser, H. Irle, R. Legler

Universität Siegen

Um zum einen zur Frage der eventuellen Gültigkeit der Energie-Äquivalenz bei Schallbelastungen im Stundenbereich Stellung nehmen zu können, und um zum anderen zu hinterfragen, inwieweit die ➡

Zeitstruktur der Schallereignisse und ihre semantische Qualität Auswirkungen auf die Beanspruchung des Gehörs hat, wurden die audiometrisch bestimmbar physiologischen Kosten“ verschiedener Schallbelastungen experimentell ermittelt. 10 gehörphysiologisch unauffällige Probanden (3 weibliche und 7 männliche Personen im Alter von 26 ± 3 Jahren) wurden im Cross-Over an verschiedenen Tagen 3 energetisch gleichen Belastungen im Labor ausgesetzt. Exakt reproduzierbare Schallkonserven, die jeweils einem tolerablen Beurteilungspegel von 85 dB(A) über 8 Stunden entsprachen, wurden von einem DAT-Rekorder abgespielt und über 2 Lautsprecher in eine Schallschutzkabine übertragen. In einer ersten Versuchsreihe (VR 1) wurden die Testpersonen 1 Stunde lang mit Industrielärm eines Pegels von 94 dB(A) beschallt. In VR 2 wurde das gleiche Geräusch eingespielt, wobei jedoch die Expositionsauer bei einem um 3 dB niedrigeren Pegel von 91 dB auf 2 Stunden ausgedehnt wurde. In VR 3 wurden die Probanden 2 Stunden lang mit Klassischer Musik eines mittleren Pegels von 91 dB(A) beschallt. Dabei waren mit dem „Largo“ aus „Xerxes“ von Händel neben „getragenen“ Passagen und mit je einem Titel aus „Die vier Jahreszeiten“ von Vivaldi und „Die Moldau“ von Smetana Musikstücke mit häufig wechselnden langsamen, leisen sowie lauten, schnellen Abschnitten vorgesehen. Die auralen Wirkungen der 3 Versuchsreihen wurden anhand der physiologischen Indikatoren TTS2 (zeitweilige Hörschwellenverschiebungen), $t(0 \text{ dB})$ (Restitutionszeit) und IRTTS erfaßt. Die Größe „IRTTS“ (Integrated Restitution Temporary Threshold Shift) stellt als Integral über sämtliche Hörschwellenverschiebungen (beginnend mit den TTS2-Werten, unmittelbar nach den Expositionen innerhalb von 2 min gemessen, bis zum Wiedererreichen der Ruhehörschwelle $t(0 \text{ dB})$) eine globale Größe der „physiologischen Kosten“ dar, die für eine Schallexposition „bezahlt“ werden müssen. Die Beschallung mit Industrielärm in VR 1 und VR 2 führte in allen 3 Parametern zu praktisch identischen Werten, nämlich maximalen Hörschwellenhebungen von ca. 25 dB, die erst nach etwa 21/2 h wieder vollständig abgeklungen waren und zu IRTTS-Werten von jeweils etwa 800 dBmin. Das gegenseitige Austauschen von Belastungshöhe und Belastungsdauer nach dem Prinzip der Energie-Äquivalenz scheint demnach zumindest im Stundenbereich ohne Auswirkungen auf die Beanspruchung des Gehörs zu bleiben. Die Beschallung mit Klassischer Musik führte trotz der höchsten Spitzenpegel aller Versuchsreihen (zeitweise 123 dB im Vergleich zu 117 dB bei Industrielärm) zu den geringsten Hörschwellenverschiebungen in der Größenordnung von weniger als 10 dB, die sich auch viel schneller, nämlich bereits nach etwa einer halben Stunde wieder vollständig zurückbildeten. Die IRTTS als Summenmaß der physiologischen Kosten betrug mit etwa 100 dBmin lediglich ca. 12%

dessen, was durch Industrielärm verursacht wurde. Die deutlich niedrigeren Vertäubungen durch Klassische Musik weisen auf einen offensichtlich doch erheblichen Einfluß der Art der Schallbelastung hin. Eine lediglich energetische Betrachtungsweise akustischer Belastungen kann also zu gravierenden Fehleinschätzungen der wahren „physiologischen Kosten“ führen.

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Alternativkonzept zur Bestimmung des Impulszuschlages im Vergleich zum Taktmaximalpegel-Verfahren

Michael Köster, Berthold M. Vogelsang

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie

Bei Geräuschen mit einer besonderen zeitlichen Struktur wird die höhere Lästigkeit gegenüber Geräuschen mit gleichem Energieinhalt durch den so genannten Impulszuschlag KI berücksichtigt. Für Geräusche von gewerblichen Anlagen errechnet sich der Zuschlag aus der Differenz $L_{pAF_{Teq}} - L_{pAF_{eq}}$. Darüber hinaus existieren andere Verfahren, wie z.B. $L_{pA_{Ieq}} - L_{pAF_{eq}}$ (DIN 45 645-2) oder werden weitere Verfahren diskutiert, die z.B. auf dem Überschreitungspiegel $L_{pAF1\%}$ basieren. Ein Ausgangspunkt für häufige Beurteilungsdifferenzen von Gutachten liegt nun darin begründet, dass die Definition, ob es sich um ein impulshaltiges oder nur um ein auffälliges Geräusch handelt auf einer phänomenologischen Entscheidung beruht. Um dieses Problem zu umgehen, wurde von dänischer Seite ein Verfahren vorgeschlagen, dass die Definition der Impulshaltigkeit bereits implizit enthält. Angepasst an deutsche Verfahren lassen sich damit Entscheidungen nach TA-Lärm (A 3. 3.6) objektivieren. Anhand von 59 untersuchten Geräuschbeispielen werden die Auswirkungen des Alternativkonzeptes dargestellt und diskutiert.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose

Ulrich Donner, Wolfgang Probst

Accon GmbH

Im Rahmen von Schall-Immissionsprognosen werden die zu erwartenden Beurteilungspegel für einzelne Immissionsorte berechnet. Grundlage dieser Berechnungen sind z.B. Schallleistungspegel von Maschinen, für die gemäß DIN EN ISO 3741 bis 3747 Genauigkeitsklassen bzw. Standardabweichungen vorliegen. Diese Unsicherheit der Eingangsgrößen führen ebenso zu einer Standardabweichung des prognostizierten Beurteilungspegels. Es wird eine Methodik dargelegt, wie die

Unsicherheit des Beurteilungspegels bei Einwirkung vieler Schallquellen berechnet werden kann. Bei den Berechnungen ist zwischen Quellen zu unterscheiden, deren Kovarianzen zueinander einen Wert von Null oder einen von Null abweichenden Wert haben. Diese Problematik tritt bei der rechentechnischen Zerlegung von Flächen- und Linienquellen in Punktschallquellen auf. Auch bei korrelierten Schallquellen, die auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen sind, können von Null verschieden Kovarianzen auftreten. Dies ist z.B. der Fall, wenn in einer Prognoserechnung mehrere Fenster zu berücksichtigen sind, deren Schallabstrahlungen auf einen gemeinsamen Innenpegel zurückzuführen sind. An Hand von Beispielen werden grundsätzliche Fragestellungen diskutiert und die Vorgehensweise erläutert.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Schallleistungsbestimmung in der betrieblichen Praxis

W. Straßen, D. Sagemühl

Bayer AG

Der Ermittlung der Schallleistung einzelner Quellen als Ausgangsgröße für die Bestimmung des anlagenbezogenen Immissionsbeurteilungspegels kommt eine wesentliche Bedeutung zu. Die Schallleistungsbestimmung kann nach dem „Schalldruckverfahren“ oder dem aufwendigeren SSchallintensitätsverfahren“ erfolgen. In den Niederrheinwerken der Bayer AG müssen im Rahmen des Schall-Immissionsschutzes jährlich etwa 3000 - 4000 Quellen gemessen werden, dies wäre mit dem Schallintensitätsverfahren nicht zu leisten. Bei der Verwendung des Schalldruckverfahrens in laufenden Anlagen stellt das Fremdgeräusch durch benachbarte Schallquellen eine erhebliche Fehlerquelle dar. Auch durch Messung im Nahbereich ist der Fremdgeräuscheinfluss häufig nicht vernachlässigbar. Dies erklärt, dass das Schallintensitätsverfahren in der Regel niedrigere Schallleistungen liefert, auch wenn bei dem Schalldruckverfahren Nahfeldfehler und Winkelfehler berücksichtigt werden. Die Ermittlung des Fremdgeräusches durch das Ausschalten der zu untersuchenden Schallquelle ist in der betrieblichen Praxis in der Regel nicht realisierbar. Eine Methode zur Bestimmung des Fremdgeräuschteils bei laufendem Betrieb wird vorgestellt und bisherige Erfahrungen präsentiert.

Mi. 15:40 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Anpassung der vorläufigen Rechenmethoden an die Anforderungen der Richtlinie 2002/49/EG

Edgar

Klaus-Georg Krapf, Edgar Wetzel*Wölfel Meßsysteme Software GmbH + Co.*

Mit der Richtlinie 2002/49/EG bestimmt die EU 4 vorläufige Rechenmethoden zur Erstellung strategischer Lärmkarten. Die ausgewählten Methoden ISO9613-2, NMPB/XP S31-133, Rechenmethode Railverkeerslawaa, ECAC/CEAC Doc. 29 müssen an unterschiedliche Anforderungen der Richtlinie angepasst werden. Die angepassten Rechenmethoden sowie Leitlinien zu deren Gebrauch werden in der Richtlinie für spätestens 1. Juli 2003 angekündigt.

In einem Projekt der Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission wurden die Vorarbeiten zur Anpassung der Richtlinien und der Leitlinien erbracht. Der Vortrag informiert über das Projekt und erläutert die sich aus der Richtlinie 2002/49/EG ergebenden speziellen Anforderungen an Rechenmethoden, die zur Berechnung strategischer Lärmkarten eingesetzt werden sollen.

Mi. 16:05 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Akustische Kennzeichnung von örtlich und/oder zeitlich veränderlichen SchallquellenBerthold M. Vogelsang*Niedersächsisches Landesamt für Ökologie*

Während sich mittlerweile die akustische Kennzeichnung von ortsfesten, kontinuierlich emittierenden Schallquellen durch einen Schallleistungspegel durchgesetzt hat, bereitet die Anwendung auf örtlich und/oder zeitlich veränderliche Schallquellen anscheinend größere Schwierigkeiten, wie es sich z.B. in DIN 45 642 (E) oder DIN 45 684 (E) zeigt. Die Verwendung der Pseudo-Einheit „dB“ oder „dB pro Meter“ anstelle von physikalischen Einheiten verschleiert nur die Problematik. Daher schwören einige Sachverständige auf den bewährten 7,5 m -, 25 m -, 250 m - oder 300 m - Emissionsschalldruckpegel je nach Schallquelle zur Kennzeichnung, andere weisen zu Recht darauf hin, dass der Schallleistungspegel einer transienten Schallquelle per definitionem gegen Null geht und der Rest verwendet erfolgreich z.B. den Pegel der längenbezogenen Schallleistung bei der Erstellung von ihrer Gutachten. Insofern sollen die Ausführungen einen Vermittlungsversuch darstellen, der physikalisch grundsätzlich nichts Neues darstellt. „Und doch muss das, was Menschen schon immer wissen, von Zeit zu Zeit neu gedacht werden.“

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Das Mini-Lärmdosimeter doseBadge - neue Möglichkeiten zur Personen- Dosimetrie

O. Alberts

Cirrus Research plc Büro Dresden

Vorschriften der EU und Deutschlands verlangen, im Arbeitsprozess zu sichern, dass die Arbeitnehmer bestimmten maximalen Lärmpegeln nicht ungeschützt ausgesetzt werden. Für die Überwachung der Exposition von Personen gibt es zwei grundsätzlich unterschiedliche Methoden: Einmal die Aufstellung eines Schallpegelmessers in der Nähe des Arbeitsplatzes und zum anderen die Befestigung eines Mikrofons mit Auswerteelektronik am Beschäftigten selbst, das sog. Personen- Dosimeter. Dieses ist in Deutschland nicht sehr beliebt, da das Mikrofonkabel bei der Arbeit stört und auch befürchtet wird, dass der Träger die Messung manipulieren kann. Das neue Lärmdosimeter doseBadge ist so klein, dass es störungsfrei in der Nähe eines Ohres befestigt werden kann. Die mittels Infrarot vom Dosimeter zum Lesegerät übernommenen Daten können an diesem und auch später am Computer ausgewertet werden. Die Aufzeichnung des Pegel- Zeit- Verlaufs ermöglicht verschiedene Rückschlüsse und lässt Manipulationen leichter erkennen. Ein Vorteil des Dosimeters ist, dass nur zur Auswertung der Messung Fachpersonal benötigt wird. Für die gleichzeitige Überwachung mehrerer Personen wird die Kombination Doimeter / Lesegerät infolge des geringen Preises des Dosimeters wirtschaftlich sehr günstig.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Die Ermittlung des Emissions-Schalldruckpegels von Maschinen

Wolfgang Probst

ACCON GmbH

Gemäß Maschinenrichtlinie sind die Hersteller von Maschinen verpflichtet, die Geräuschemission der von ihnen in Verkehr gebrachten Maschinen anzugeben. Die Praxis zeigt, dass vor allem Hersteller großer Maschinen dazu neigen, sich bei dieser Angabe auf den Emissions-Schalldruckpegel zu beschränken und den Schallleistungspegel als nicht hilfreich oder zu aufwändig bei der Ermittlung darzustellen. Es wird gezeigt, dass die Bestimmung des Schallpegels am Arbeitsplatz und die Anwendung einer Umgebungskorrektur ohnehin eine zusätzliche Bestimmung des Schallleistungspegels direkt oder indirekt erfordert, weil diese Umgebungskorrektur von der Differenz Schallleistungspegel-Arbeitsplatzschallpegel abhängt. Es kann

aber auch gezeigt werden, dass aufgrund einer Einschätzung der Maschinenstruktur in vielen Fällen auf diese Bestimmung des Schallleistungspegels verzichtet und der Emissions-Schalldruckpegel somit über eine einzige Pegelbestimmung ermittelt werden kann. Dies eröffnet die Möglichkeit, maschinenspezifische Festlegungen zu treffen, die eine wesentliche Reduzierung des mit der Geräuschangabe und -nachprüfung verbundenen Aufwands zur Folge haben. Die entsprechenden, im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin untersuchten Techniken werden erläutert.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Kooperatives Lärmsanierungsverfahren in Wien - EU Life Projekt SYLVIE

Wolfgang Khutter, Team SYLVIE

Wiener Umweltschutzabteilung MA 22

„Lärm geht alle an“. Besonders Menschen in der Stadt. Alle nehmen am Lärm der Stadt teil - als Lärmende und als Belästigte. Das Projekt SYLVIE (SYStematische Lärmsanierung in innerstädtischen WohnVierteln) vermittelt zwischen diesen beiden Welten. Technische Lärmsanierung scheiterte bisher oft an den besonderen Eigenschaften von Lärm - denn Lärm ist nicht objektiv. Auch Tageszeit, Dauer und Herkunft entscheiden darüber, ob ein Geräusch angenehm oder als Lärm empfunden wird. SYLVIE setzt auf die Kooperation mit allen Lärmakteuren. Wien war drei Jahre lang Schauplatz eines einzigartigen Lärmsanierungsverfahrens.

Mi. 17:45 Uhr Raum FO 4

Lärm III - Beurteilung

Lärmsanierung an einem U-Bahnabschnitt in Köln

Udo Lenz

I.B.U. Ing.-Büro Uderstädt + Partner

Unterirdische Stadtbahnanlagen erzeugen Schwingungsemissionen, die in angrenzenden Wohngebäuden zu erheblichen Belästigungen durch Erschütterungs- und Schallimmissionen führen können. Von der Kölner Verkehrs-Betriebe AG werden noch Tunnelanlagen betrieben, in denen sich lediglich ein Schotteroberbau befindet. Im Laufe des Betriebes über viele Jahre setzt sich der Schotter und verliert seine Elastizität. An einem dieser Streckenabschnitte beschwerten sich Anwohner über die im Laufe der Jahre stark zugenommenen Immissionen. Im Sommer des Jahres 2002 wurde die Gleisanlage saniert. Der vorhandene Schotteroberbau blieb erhalten. Es wurden lediglich die Schwellen und die Schienenbefestigung erneuert. An Stelle einer Standardschienenbefestigung wurde ein HochElastisches Schienenlager eingesetzt. Schwingungsmessungen im Tunnel und im Gebäude vor und nach dem Umbau

zeigen, dass eine deutliche Reduzierung der Erschütterungs- und Schallmissionen erreicht wurde.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Status and Future of Surface Acoustic Wave Sensors

G. Fischerauer

Universität Bayreuth, Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften, Lehrstuhl für Mess- und Regeltechnik

The first reports on physical and chemical sensors based on surface acoustic waves (SAW) date back to the 1970s. Since then, in spite of a tremendous amount of work - there have, e. g., appeared almost countless publications on SAW chemical sensors involving all varieties of selective coatings -, not a single high volume application has evolved. The present contribution aims at surveying the current F&E activities, commercialization attempts, and likely evolution paths towards a broader commercialization of SAW sensors in areas as important as the automotive, medical, environmental, food, and chemical industries. Some of the important issues are 1) the need for a multidisciplinary approach tailored to the individual sensing problem; 2) a focus on the unique strengths of SAW sensors such as high-temperature or remote-read capabilities; 3) a renewed interest in SAW device integration on Si spawned by advances in the area of thin-film bulk acoustic wave resonators (FBARs); 4) materials research involving single crystal substrates and thin-film technology (e. g., ZnO, AlN); and 5) the adoption of a genuine system point of view instead of a component-centered one. This would lead one to believe that small and medium sized companies will dominate the SAW sensor market as they have done in the past and that SAW sensors will extend their role as investigative tool in scientific research.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Ein hochempfindliches Rheometer auf Basis akustischer Oberflächenwellen-Bauteile

Jens Wagner, Susanne Wilms, Philip von Bülow, Manfred von Schickfus

Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg

In der vorliegenden Arbeit präsentieren wir ein hochempfindliches Sensorsystem auf Basis von Oberflächenwellen-Bauelementen zur Bestimmung der Viskosität von Flüssigkeiten, insbesondere von Schmierstoffen. Als Sensoren werden induktiv gekoppelte, horizontal-polarisierte LiTaO₃ OFW-Bauteile beschichtet mit etwa 1 μ m SiO₂ verwendet. Der

Einsatz von induktiv gekoppelten Bauteilen ist gerade für die Flüssigkeitssensorik von großem Vorteil, da diese Bauteile keine Bondverbindungen besitzen und somit sehr einfach mit der Flüssigkeit belegt werden können. Desweiteren erlaubt die einfach durchzuführende Reinigung der Bauteile eine nahezu unbegrenzte Wiederverwendung. Die Mittenfrequenzen liegen bei 80 MHz, 247 MHz bzw. 433 MHz. Die Bestimmung der Viskosität basiert allein auf der Messung der Einfügdämpfung des Sensors. Dies hat den Vorteil, dass störende Temperaturfluktuationen weit weniger ins Gewicht fallen als bei der Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit. Als Testsubstanzen wurden verschiedene Polyalphaolefine, ein Grundmaterial für synthetische Schmierstoffe, wie auch kommerzielle Motorenöle verwendet. Zur Variierung der Viskosität der Testsubstanzen wurden Messungen bei unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt und mit Eichmessungen eines Kapillarkviskosimeters verglichen. Die aus störungstheoretischen Überlegungen vorausgesagte wurzelförmige Abhängigkeit des Produkts aus dynamischer Viskosität und Dichte einer newtonschen Flüssigkeit konnte sehr gut bestätigt werden. Des weiteren wurden auch Messungen mit maxwellschen Flüssigkeiten durchgeführt. Auch hier konnten die theoretischen Überlegungen unter Berücksichtigung der Schersteifigkeit der Testsubstanzen experimentell bestätigt werden. Ein weiteres Anwendungsgebiet liegt im Nachweis von Additiven. Wird die Sensoroberfläche mit einem speziellen Film beschichtet, der spezifische Wechselwirkungen mit einem Additiv eingehen kann, so läßt sich dieser Stoff aus der Sensorreaktion detektieren. So haben Messungen gezeigt, dass sich mit dem Sensorsystem z.B. Haftvermittler nachweisen lassen.

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Grundlagen der Funksensorik und Identifikation mit akustischen OFW-Sensoren

L. Reindl, R. Weigel

TU Clausthal

Durch Oberflächenwellen (OFW)-Baelemente werden funkauslesbare, passive Identifikations- und Sensorelemente ermöglicht. Sie werden an den Orten montiert, an denen eine Sensorgröße erfasst werden soll, und können ohne materielle Verbindung, wie Kabel oder Lichtwellenleiter, von einem entfernten Abfragegerät erfasst und ausgewertet werden. Als passive Sensoren benötigen sie keine Batterie und sind damit praktisch wartungsfrei. Die Auslesedistanz beträgt bis zu 5 m bei Einhaltung der Funkvorschriften.

Derartige Sensoren sind daher ideal geeignet für einen Einsatz in schwierigen Umgebungen, wie Schmutz, Staub, Feuchte, Vakuum, starke elektromagnetische Felder, Strahlung, extreme Temperaturen oder

Explosionsgefahr. Sie können an unzugänglichen Stellen platziert werden, wie in geschlossenen Hohlräumen, auf beweglichen oder rotierenden Teilen, hinter Wänden und Fenstern.

Von einem Abfragegerät werden Funksignale ausgesandt. Diese werden vom Sensorelement über eine Antenne empfangen und in Oberflächenwellen umgewandelt. In Identifizierungsmarken werden diese Oberflächenwellen von einem unveränderlichen Reflexionsmuster amplituden-, positions- oder phasencodiert. In Funksensoren ändern die physikalischen oder chemischen Kenngrößen, die überwacht werden sollen, die Ausbreitungs- und Reflexionseigenschaften der OFW. Die so codierten akustischen Wellen werden wieder - und das völlig passiv - in Funksignale umgewandelt und vom Auswertegerät empfangen und ausgewertet.

Im Vortrag wird vertieft auf des Funktionsprinzip, sowie auf die einzelnen Komponenten eines derartigen Sensorsystems, den OFW-Sensor, die Funkübertragungsstrecke und das Abfragegerät eingegangen.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Anwendungen von drahtlos abfragbaren akustischen Oberflächenwellensensoren und Identifikationsmarken

F. Seifert*, A. Pohl*, L. Reindl**, R. Steindl*

*TU Wien, **TU Clausthal

Aufbauend auf den Beitrag von Reindl und Weigel wird über realisierte OFW Sensor- und Identifikationssysteme berichtet. Unter anderem wurden damit die Temperatur der Bremsscheiben von Eisenbahnwaggonen, der Abnutzungsgrad der Kolbenringe großer Erdgas-Kompressionspumpen und der Fülldruck in Fahrzeugreifen sowie deren Haftfähigkeit auf trockenen, nassen und schneebedeckten Straßenoberflächen untersucht. Dazu wurden spezielle Signalverarbeitungsverfahren zur drahtlosen Abfrage und Auslese der akustischen Transpondersensoren entwickelt, die als Identifikationsmarken in Form einer OFW Verzögerungsleitung mit Antenne und mehreren versetzten, akustisch reflektierenden Wandlern (IDT) aufgebaut sind. Zur genauen Messung der akustischen Laufzeit zwischen den IDT, welche die Meßgröße enthält, wird die Phase des Hochfrequenzträgers in den IDT Echos ausgewertet. Als Phasenbezugsgröße dient ein Signal, dessen Frequenz mit einem OFW Quarzresonator stabilisiert ist. Es konnte damit eine zeitliche Auflösung von 30 ps erzielt werden. Meßgrößen, die eine Änderung der Temperatur oder Form des OFW-Elementes zur Folge haben, sind einfach durch die Laufzeitänderung zwischen den Reflektoren oder auch des Ausschwingverhaltens eines OFW Resonators erfassbar. Weitere Messgrößen wurden durch elektrische Sensoren zugänglich gemacht, die an die Kontakte eines der reflektierenden IDT angeschlossen

sind und die mit ihrer elektrischen Impedanz dessen akustische Reflexion beeinflussen. So können beispielsweise (a) die Abnutzung eines Kolbenringes über die Veränderung einer damit aufgebauten Kapazität, (b) ein Magnetfeld durch einen Sensordraht dessen elektrischer Widerstand von diesem abhängt und (c) mechanischer Druck durch ein Piezoelement, dessen Ausgangsspannung die Kapazität einer an den IDT angeschlossenen Varaktordiode bestimmt, gemessen werden. Sowohl bei OFW-Ident- als auch bei Sensorsystemen sind korrelative Auswerteverfahren zur Verbesserung des Signal-/Rauschverhältnisses bzw. zur Hervorhebung eines bestimmten, durch die aktiven Reflektoren gegebenen Codemusters aus einer Gruppe anderer vorteilhaft. Allerdings bleibt die Erkennung einer ID Marke aus einer Gruppe schwierig, da das Transpondersignal i.a. mit der 4. Potenz der Entfernung (r^4) abnimmt, also ein großes Nah-/Fernverhältnis vorliegt. Eine Verbesserung auf r^2 und die Erweiterung des Einsatzbereiches auf 300 Meter bringt hier ein Übergang auf energieautarke OFW-Sensoren. In solchen Sensoren erzeugt beispielsweise ein von einem Piezogeber ausgelöster Funke den Antwortimpuls am Eingang der OFW ID Laufzeitleitung, Empfang und Auswertung erfolgen mit ähnlichen Verfahren, wie sie für die fernabfragbaren Sensoren entwickelt wurden.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 5

Sensorik

SAW-Sensorik mit strukturierten Signalen

H. Hofmann

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH)

Die Anwendung von SAW-Bauelementen in Sensoren zur Messung von Druck, Temperatur und Gaskonzentrationen wird seit etwa 10 Jahren praktiziert. Dabei hängt die Empfindlichkeit der Sensoren wesentlich von der Struktur der Interdigitalwandler der SAW-Bauelemente ab. Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit dem Einsatz von strukturierten SAW-Signalen für die Anwendung des Korrelationsprinzips. Es werden Untersuchungen an Gassensoren mit PSK-Signalen am Beispiel der Messung von NO₂-Konzentrationen im ppm-Bereich vorgestellt, wobei unterschiedliche Substratmaterialien angewendet werden.

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Die Modellierung der Sensorfunktion von SAW-Resonatoren

St. Klett, M. Binhack, W. Buff, M. Hamsch, R. Hoffmann

Technische Universität Ilmenau

SAW-Resonatoren eignen sich wegen ihrer hohen Güte zur Aufnahme und zum Zwischenspeichern von HF-Energie in passiven Telemetriesystemen. Die Sensorfunktion wird hierbei über eine Änderung der ➡

Resonanzfrequenz abgebildet. Zur Sicherung einer stabilen Betriebsweise sind passive Systeme sorgsam bezüglich ihrer Energieeffizienz in Kombination mit dem Abfrageregime zu entwerfen. Eine Möglichkeit zur Beeinflussung der Resonatorfrequenz besteht in der Änderung der äußeren Beschaltung des somit geschützten Resonators. Dies erfolgt vorteilhaft durch reaktive Komponenten im Anpassnetzwerk zwischen Resonator und Antenne. Ausgehend vom Resonatorersatzschaltbild werden im Beitrag verschiedene Anpassnetzwerke auf ihre Eignung zum Ziehen von SAW-Resonatoren bei gleichzeitiger Eingrenzung der Fehlanpassung untersucht. Die Sensorfunktion und ihre Empfindlichkeit sowie das Stehwellenverhältnis als Bewertungsgröße werden abgeleitet. Die Beschränkung auf wenige Komponenten erschwert im Entwurf die Realisierung von technischen Anforderungen wie Umsetzung der hohen Resonatorgüte, Ziehen der Frequenz innerhalb eines akzeptablen Mismatch, Implementierung einer Sensorfunktion mit entsprechender Empfindlichkeit und Erzeugung eines abfragegerechten Sensorsignals. Es ist Aufgabe der Computersimulation solche Parameterbereiche einzugrenzen, bei denen ein praktikabler Kompromiss eine technische Umsetzung gestattet.

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Fernauslesbarer Oberflächenwellen-Feuchtesensor

M. Dierkes, U. Hilleringmann

Universität Paderborn, Fachgebiet Sensorik

Im Rahmen eines DFG-Projekts entwickelt das Fachbereich Sensorik der Universität Paderborn einen passiven fernauslesbaren Oberflächenwellen-Feuchtesensor, der sowohl Temperatur wie auch Wassergehalt von Isolierölen in Hochspannungstransformatoren detektieren soll. Die Voruntersuchungen favorisierten die sogenannten „Love-Welle“ für die Analyse von Flüssigkeiten, eine akustische Oberflächenwelle (OFW), die keine „Abstrahlung in die Flüssigkeit“ verursacht. Die Anregung der Welle erfolgt mittels Interdigital Transducers (IDT) auf piezoelektrischem Substratmaterial (z. B. Quarz), die in einer als Wellenleiter aufgetragenen Siliziumdioxid Schicht (SiO_2) geführt wird. Mit diesem Aufbau kann die Love Welle sensitiv an das angrenzende flüssige Medium angekoppelt werden. Da Siliziumdioxid zudem einen einfachen feuchtempfindlichen Film darstellt, der Wasserstoff und OH-Gruppen adsorbiert, beeinflusst diese Koppelung im erheblichen Maße Amplitude und Geschwindigkeit der OFW. In Folge der Adsorption ändert sich die Ausbreitungsgeschwindigkeit der OFW. Dies resultiert in einer Veränderung der Resonanzfrequenz als Maß für den Wassergehalt des Öls. Zur Herstellung der Sensoren wird die in der Halbleitertechnologie angewendete Planartechnik genutzt. Der Aufbau erfolgt

im allgemeinen aus einer exakt festgelegten Folge von ganzflächig abgeschiedenen mikrostrukturierten Schichten aus leitenden und nichtleitenden Materialien auf einem Wafer. Für die Strukturierung ist ein Maskensatz erstellt worden, der Layouts für Resonanzfrequenzen zwischen 60 und 433 MHz berücksichtigt. Im Rahmen des Projekts konzentrieren sich derzeit die Untersuchungen auf die Sensortypen Verzögerungsleitung und Eintor-Resonator. Für die drahtlose Funkauslesung wurde das ISM-Band von 433 MHz berücksichtigt. Für erste Messungen wurden einzelne Sensoren auf einen Platinenträger geklebt, über Bonddrähte mit der aufgebrachten 50 μ m Mikrostreifenleitung kontaktiert und an Luft getestet. Über hochwertige Steckerverbindungen erfolgt der Anschluss an einen Netzwerkanalysator. Im Falle des Resonators konnte die Temperaturempfindlichkeit über den Reflektionskoeffizienten S11 ermittelt werden, wobei sich in Abhängigkeit von der Temperatur die Resonanzfrequenz verschiebt. Aus der Steigung der Ausgleichsgeraden für verschiedene Temperaturen ergab sich eine Empfindlichkeit von ca. 50 kHz/K. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich beim Impedanzverlauf mit der relativen Feuchte RH als Parameter. Die Empfindlichkeit betrug in diesem Fall ca. 74 kHz/% rel. Feuchte.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 5

Sensorik

PPB-Level Organic Gas Detection with Surface Acoustic Wave Based Sensor Systems

M. Rapp, K. H. Lubert, F. Bender, A. Voigt

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Instrumentelle Analytik

A very powerful new analytical sensor system (electronic nose) based on polymer coated surface acoustic wave (SAW) sensors for the detection of even trace levels of organic gases in ambient air has been developed. The system involves an especially developed ultra fast enrichment unit allowing very short sample cycles, typically between 2 and 4 minutes. It increases the sensitivity of the instrument by factors of 1.000-10.000 with respect to the type of analyte and sorbent resin. The sensor system itself is based on a micro array of eight SAW sensors directly integrated into its electronic setup. This leads to low manufacturing costs, small sampling volumes (50 μ l) and to a high time resolution of the chemical responses (<2s). Due to a special capacitive coupling technique each sensor is independently interchangeable, respectively. With an appropriate choice of semi-selective sorbent resins, the use of an especially dedicated set of differently coated polymers as sensitive sensor coatings and data evaluation using pattern recognition methods the sensor system can be set to be inert even against dramatic variations of humidity. This makes the system predestinated for the use

as alarm monitors for environmental or indoor air monitoring tasks without using any chemical reference gas, an important precondition for these applications. Examples in the field of work place monitoring (selective detection of benzene and fluoro-hydro-carbons) and in the field of early fire detection (detection of over-heated electrical wiring) will be presented.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 5

Sensorik

NO_2 -Sensorik mit akustischen Oberflächenwellen

C. Müller

Uni Augsburg

Oberflächenwellen kann man gezielt elektrisch auf piezoelektrischen Materialien erzeugen. Diese Mikrobeben dringen nur eine Wellenlänge tief in das Trägermaterial ein, auf dem sie sich ausbreiten. Sie sind dadurch extrem sensitiv auf Veränderungen an der Oberfläche. Diese Eigenschaft kann ausgenutzt werden, um hoch empfindliche Sensoren zu realisieren. Da die Wellenlänge der Oberflächenwellen in der Größenordnung von 10 μm liegt, ist es grundsätzlich möglich, den auf dieser Technik basierenden Sensor im Vergleich zu herkömmlichen Sensoren stark zu miniaturisieren. Beispielhaft soll dieses an Hand eines auf NO_2 sensitiven Sensors gezeigt werden. Als sensitive Schicht, die als Interface zur Gasatmosphäre dient, wurde der organische Halbleiter Cu-Phthalocyanin verwendet. Eine 10 nm dicke Schicht wurde auf dem Trägermaterial, auf dem die Oberflächenwellen erzeugt werden, aufgedampft. Durch ein zyklisches Messverfahren, das die Ad- und Desorptionskinetik ausnützt, wird eine schnelle und wiederholbare Konzentrationsbestimmung von NO_2 im ppb Bereich möglich.

Mi. 15:15 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Anwendung akustischer Sensoren - Von Molekülen zu Zellen

F. L. Dickert, P. Lieberzeit, O. Hayden, R. Bindeus, S. Gazda-Miarecka

Institut für Analytische Chemie, Universität Wien

Akustische Sensoren, wie QCMs und SAWs, wurden als universelle Transducer zur Detektion komplexer Gemische und Analyte unterschiedlicher Dimension von ca. 1 Nano- bis 10 Micrometer eingesetzt. So können etwa durch Verankerung von Silylverbindungen über eine zweidimensionale Selbstorganisation oder das kovalente Anbinden von

Kavitäten an Quarzoberflächen Dämpfe von aromatischen oder halogenierten Kohlenwasserstoffen über SAWs nachgewiesen werden. Verwendet man funkabfragbare Bauteile, so ist gleichzeitig eine Sensor-Identifizierung möglich. Monolagen lassen sich auch in flüssiger Phase einsetzen, etwa Thiole unterschiedlicher Kettenlänge auf Goldoberflächen zur selektiven Detektion von Tensiden. Ein besonders universelles Verfahren sensitive Schichten zu generieren, besteht im molekularen Prägen von organischen Polymeren oder keramischen Materialien. So werden über Template geeignete Kavitäten hergestellt, die den Analyten wieder einlagern und somit den massensensitiven Nachweis erlauben. Es kann mit einzelnen Molekülen - Lösungsmitteln, halogenierten und aromatischen Kohlenwasserstoffen, aber auch mit Gemischen unbekannter Zusammensetzung geprägt werden und so Degradationsvorgänge, wie die Alterung von Speiseölen und Motorenölen verfolgt werden. Zum massensensitiven Nachweis biologischer Partikel, wie Enzyme, Viren, Bakterien oder Hefen verwenden wir Oberflächen-Prägungen über Stempelverfahren oder speziell bei Enzymen und Viren Selbstorganisationprozesse in ultradünnen Schichten. Mit QCMs und SAWs kann die Anlagerung von Enzymen Viren und Zellen an Oberflächenstrukturen verfolgt werden. Auch einzelne Zellen lassen sich so nachweisen. In den Kavitäten fest fixierte Viren und Zellen liefern eine Frequenzerniedrigung, während sich aus der freien Beweglichkeit eine anomale Frequenzerhöhung ergeben kann, ein Phänomen, das sich mit Ergebnissen aus der Kraftfeldmikroskopie korrelieren lässt.

Mi. 15:40 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Nachweis von Immunreaktionen in komplexen biologischen Medien

R. Dahint

Angewandte Physikalische Chemie, Universität Heidelberg

Die hohe Spezifität von Antigen/Antikörper-Reaktionen ist in den vergangenen Jahrzehnten intensiv genutzt worden, um präzise Nachweismethoden für Biomoleküle zu entwickeln. Heterogene Immunoassays, in denen Proteine selektiv durch immobilisierte Antikörper gebunden und mittels markierter Sekundärantikörper nachgewiesen werden, stellen heute ein Standardverfahren der biomedizinischen Diagnostik dar. Ergänzend hierzu beschäftigen sich aktuelle Forschungsarbeiten mit der Entwicklung von Immunosensoren, die den Nachweis unmarkierter Biomoleküle in Echtzeit erlauben. Neben optischen und elektrochemischen Methoden spielen hierbei akustische Sensoren eine wichtige Rolle. Während der Nachweis isolierter Proteinspezies in reinen Pufferlösungen vielfach erfolgreich durchgeführt werden kann, werfen Immunnachweise in komplexen biologischen Medien, wie Serum

oder Blutplasma, noch immer große Probleme auf: Makromoleküle binden nicht nur aufgrund spezifischer Antigen/Antikörper-Erkennung an das Substrat sondern auch infolge unspezifischer Wechselwirkungskräfte und verfälschen so das eigentliche Meßsignal. Bei hoher unspezifischer Proteinanlagerung besteht ferner die Gefahr, daß die immobilisierten Rezeptoren komplett überdeckt werden und nicht mehr für spezifische Bindungsprozesse zur Verfügung stehen. So wurde beim Nachweis von Antigen/Antikörper-Reaktionen mittels akustischer Plattenmodensensoren beobachtet, daß nach längerem Serumkontakt keine spezifische Proteinbindung mehr nachgewiesen werden kann. Einen attraktiven Ansatz zur Lösung dieses Problems stellt die Integration von Rezeptoren in proteinresistente Filme dar. Zu diesem Zweck wurde eine neuartige carboxyl-funktionalisierte Poly(ethylenglykol)-Beschichtung entwickelt, die - bei Unterdrückung unspezifischer Adsorptionsprozesse - eine effektive Kopplung von Rezeptoren erlaubt. Aktuelle Experimente mit stark unspezifisch adhätierenden Proteinen belegen eine drastische Verbesserung der proteinselektiven Eigenschaften im Vergleich zu Standard-Beschichtungsverfahren. Tests in Serum, Plasma und Vollblut werden zur Zeit durchgeführt.

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Entwicklung und Charakterisierung eines neuartigen Oberflächenwellensensors zur Bestimmung von Antigen- Antikörper-Reaktionen im Hinblick auf dessen Einsatz in der Medizinischen Diagnostik

S. Rupp, M. von Schickfus

Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg

Für Nachweis und Analyse von krankheitsspezifischen Antikörpern in Blut oder Plasma für die Diagnostik werden Sensoren benötigt, die kleinste Mengen dieser Antikörper, im μg -Bereich quantitativ nachweisen können. Hierbei zeichnet sich besonders die Verwendung von Oberflächenwellensensoren aus. Zur Führung der Oberflächenwelle wird ein neues Beschichtungsmaterial ein sogenanntes Spin-On-Glas [SPO-Glas] verwendet, das aus seiner Verwendung als Dielektrikum in der Halbleiterindustrie bekannt ist. Da das SPO-Glas wie Fotolack aufgebracht wird, ist seine Handhabung sehr einfach und damit kostengünstig. Es ermöglicht durch seine Wellenführungseigenschaften eine Optimierung der Sensitivität des Sensors durch einfache Dickenvariation der wellenführenden Schicht. Desweiteren schützt es die induktiv gekoppelten Schallwandler vor chemisch nicht allzu aggressiven Medien. Die chemische Ankopplungsmethode von Antikörpern auf der Sensoroberfläche wird durch ein neues Immobilisierungsverfahren ermöglicht, bei dem ein Polymer Verwendung findet, das bei der Papierherstellung

eingesetzt wird. Dieses Polymer besitzt die Eigenschaft, Sensorreaktionen die mit der Anlagerung von unspezifischen Antikörpern, Zellen oder Fremdproteinen verbunden sind zu verhindern. Die Reproduzierbarkeit der einzelnen Messergebnisse und die Menge der gebundenen Antikörper wird durch das verwendete Immobilisierungspolymer stark erhöht.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Fluidisch-akustische Sensoren

L. Zipser

HTW Dresden

Berichtet wird über den aktuellen Stand der Entwicklung fluidisch-akustischer Sensoren und deren industrielle Anwendungen. Einleitend wird auf die physikalischen und technischen Grundlagen fluidisch-akustischer Sensoren eingegangen, die ihre spezifischen Merkmale und Einsatzbereiche begründen. Dabei wird hauptsächlich auf das Sensordesign, auf Möglichkeiten der Kompensation von Stör- und Einflussgrößen sowie auf die Wandlung primärer akustischer Messsignale in elektrische Einheitssignale eingegangen. Schwerpunkt bilden dabei der Einsatz moderner Verfahren der interferometrischen Refraktoskopie, mit deren Hilfe komplexe fluidische und akustische Phänomene rückwirkungsfrei visualisiert werden können. Mit diesen Verfahren kann das Verständnis der Wirkprinzipie fluidisch-akustischer Sensoren entscheidend verbessert und gleichzeitig die Optimierung von Sensorparametern deutlich erleichtert werden. An ausgewählten Beispielen, wie Distanzsensoren für die Sicherheitstechnik, Durchflusssensoren und Gasensoren für die Verfahrenstechnik werden sowohl die Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes fluidisch-akustischer Sensoren als auch ihre Anpassungsfähigkeit an extreme Mess- und Prozessbedingungen demonstriert.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 5

Sensorik

Sensitivity of SAW devices to temperature and mechanical stresses, application to physical sensors

E. Bigler

LCEP/ENSMM Besancon - France

Even if SAW devices have been considered in the recent years mainly for filter applications in the mobile phone business, applications of SAW devices to physical sensors have already reached industrial maturity in the field of passive physical sensors (wireless torque sensors) the last development being related to the capability of SAW devices to offer remote readout by a radio-frequency link.

The paper will present a review of existing simulation methods used to derive the sensitivity of SAW devices to temperature or mechanical stress effects or both. The emphasis will be put on perturbation methods based on Tiesten and Sinha theory. The coupling of these analytical methods to finite element software will be presented. Applications including current commercially available SAW physical sensors will be discussed.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 6

Aktive Lärmbekämpfung

Aktive Lärminderung am Spalt eines gekippten Fensters

Christian Ohly, André Jakob, Michael Möser

Institut f. Technische Akustik, Technische Universität Berlin

Was nützt das beste Schallschutzfenster, wenn es geöffnet ist? Basierend auf Versuchen der aktiven Lärminderung im Hohlraum eines Doppelglasfensters wurde die Eignung aktiver Lärminderungsalgorithmen für den Spalt eines gekippten Fenster untersucht. Aktive Lärminderung kann ein Baustein zu Lärminderung insbesondere bei tiefen Frequenzen sein. Im Rahmen einer am Institut für Technische Akustik der TU-Berlin durchgeführten Studienarbeit wurden hierzu Simulationen und Versuche durchgeführt. Bei der durchgeführten Rechner-simulation wurde der Schalleinfall durch einen Schlitz in einen abgeschlossenen Raum simuliert und dabei Parameter wie Schlitzbreite, Wellenlänge und Position der Lautsprecher und Fehlermikrofone variiert. Zum anderen wurden Versuche mit einem handelsüblichen Dreh-Kippfenster in einem Fensterprüfstand durchgeführt. Hier wurden ebenfalls verschiedene Lautsprecher- und Mikrofonanordnungen getestet. Neben monofrequenten Messungen wurden Versuche mit weißem Rauschen und verschiedenen Verkehrsgeräuschen durchgeführt.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 6

Aktive Lärmbekämpfung

Aktiv verbesserte Aufsätzen von Schallschirmen

H. Koh, M. Möser

Institut für Technische Akustik, TU Berlin

Eine theoretische und numerische Untersuchung über das Schallfeld im Bereich eines aktiven Aufsatzes wurde durchgeführt, um die Wirkungsweise der aktiven Maßnahme bei einem Schallschirm verstehen und daraus Optimierungsmöglichkeiten ableiten zu können. Die bisherigen Untersuchungen von Lärmschutzwänden mit passiven Maßnahmen haben Erfolge für mittlere und hohe Frequenzen gezeigt. Mittels sekundären Schallfeldes wurde das primäres Schallfeld auf der Oberfläche des Schallschirmaufsatzes so verändert, dass die tangential zur Aufsatz-Oberfläche fließende Leistung im Schattengebiet des Schirmes

möglichst weitgehend reduziert wird. Als Modell wird eine Anordnung mit einem schallharten zylindrischen Aufsatz auf einer schallharten halbbunendlichen Schneide aufgestellt. Zuerst wurde das Schallfeld auf der Oberfläche des zylindrischen Aufsatzes lokal minimiert. Dabei wurde die Wirkung von der Regelungsposition und der Anzahl der Regelungspunkten auf das Schallfeld um den Aufsatz und im Fernfeld bei unterschiedlichen Frequenzen studiert. Zum Vergleich wurde die in das Schattengebiet des Schirmes abgestrahlte Leistung global minimiert, was die eigentliche Zielgröße ist.

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 6

Aktive Lärmbekämpfung

Aktive Doppelglasfenster: Vergleich zwischen Luft- und Körperschallgegenquellen

André Jakob, Michael Möser, Christian Ohly, Lukasz Panek
Technische Universität Berlin, Institut für Technische Akustik

In den letzten Jahren wurde über Forschungen an sogenannten „aktiven Doppelglasfenstern“ berichtet (vgl. DAGA 2000-2002). Bei diesen wurde die Schalldämmung für tiefe Frequenzen im Bereich der Tonpilzresonanz erhöht, indem dem sich bei Beschallung von außen bildenden Hohlraumschallfeld zwischen den Scheiben mit Hilfe von ebenfalls zwischen den Scheiben angebrachten Lautsprechern ein Gegenschallfeld überlagert wurde, derart dass das Hohlraumschallfeld reduziert wurde. Dabei wurde quasi die Schallübertragungskette „einfallende Schallwelle - Schwingen der äußeren Scheibe - Schwingen der Luft zwischen den Scheiben - Schwingen der inneren Scheibe - Schallabstrahlung der inneren Scheibe“ an einer Stelle gestört, nämlich genau in der Mitte. Ein alternativer Ansatz ist die Verwendung von Körperschallquellen auf einer oder beiden Scheiben. Auch eine Kombination von Lautsprechern und Körperschallquellen ist natürlich denkbar. Als Fehlersensoren für das aktive System kommen vor allem Mikrofone im Fensterhohlraum in Betracht sowie Beschleunigungsaufnehmer auf wiederum einer oder beiden Scheiben sowie Kombinationen von Beschleunigungsaufnehmern und Mikrofonen. Im Vortrag werden verschiedene Ansätze anhand von Simulationsergebnissen diskutiert und für einige ausgewählte Kombinationen Messergebnisse präsentiert.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 6

Aktive Lärmbekämpfung

Lärminderung durch Antischall bei modalen Schallfeldern

Jörg Hansen

DMT

Bei der Lärminderung großer Lüftungsanlagen, insbesondere der tonalen Komponente von Ventilatorgeräuschen, ermöglicht der Einsatz der Antischalltechnik neue Möglichkeiten der effektiven Schallpegelminderung. Es hat sich gezeigt, dass es möglich ist ein modales Schallfeld durch den Einsatz eines mehrkanaligen Antischall-Controllers, ohne den Einbau von zusätzlichen Kanalsegmentierungen, wirkungsvoll zu bedämpfen. Hierbei ist es gelungen, nicht nur die tonalen Komponenten eines Ventilatorgeräusches, sondern auch das breitbandige Strömungsrauschen signifikant zu reduzieren. Der Vortrag veranschaulicht anhand von Praxisbeispielen die Möglichkeiten der Pegelreduktion einer Mehrkanal-Antischallanlage. In einem Rechteckkanal mit den Abmaßen 3,5m*1m wurde der Pegel des Ventilatorgrundtons um 27 dB bis auf das Breitbandrauschen abgesenkt. Zusätzlich konnte durch eine Optimierung der Antischallanlage eine Pegelreduktion von 5-10 dB des Breitbandrauschens bis zu einer Frequenz von 200 Hz erreicht werden. Herkömmliche, rein passiv arbeitenden Schalldämpfer, haben das Problem, dass sie, um tiefe Frequenzen zu bedämpfen, relative große Abmessungen erfordern. Dieses bringt aber auch eine Erhöhung des Gegendruckes mit sich. Durch den Einsatz der Antischalltechnik kann bei gleichzeitiger Reduktion des Störschalls die Spaltbreite eines Kulissenschalldämpfers vergrößert und so der Gegendruck verringert werden. Die Antischallanlage soll nicht als Ersatz für herkömmliche Schalldämpfer gesehen werden, sondern stellt eine sinnvolle Ergänzung der konventionellen Technik dar. Insbesondere da man durch den Einsatz der aktiven Lärminderung wirkungsvoll die tieffrequenten Störgeräusche beseitigen kann bieten sich für den höherfrequenten Störanteil neue Möglichkeiten einer besseren Schalldämpferauslegung. Die Anzahl der erforderlichen Kanäle einer solchen Antischallanlage richtet sich lediglich nach der Modenordnung. Somit ist es auch denkbar komplexere Schallfelder, höherer Modenordnung, durch den Einsatz eines rechenstarken Antischall-Controllers zu bedämpfen.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 6

Aktive Lärmbekämpfung

Untersuchung des dreidimensionalen Einflusses auf das zweidimensionale Feedforward-System zur aktiven Schallunterdrückung in einem FreifeldD. Krahé*, M. Trimpop****Bergische Universität Wuppertal, **Institut für Lärmschutz, Düsseldorf*

Mittels des allgemeinen Kirchhoff-Integrals wird ein Schallfeld an der Umrandung eines begrenzten Feldbereiches erfasst und durch Schallquellen, die sich ebenfalls in der Nähe der Umrandung befinden, minimiert. Die bereits früher vorgestellten Untersuchungen zu den zweidimensionalen Parametern sind nun um die in der Praxis vorkommenden dreidimensionalen Einflussgrößen fortgeführt worden. Beispiele dafür sind Einfallswinkel des Primärschalls und Art der Linienquellenersetzung. Dazu wurden in einer Simulation des Systems primäre Schallfelder vorgegeben und deren Gegenschallfelder und Dämpfungsfelder berechnet. Außerdem sind in die bisherigen Algorithmen weitere Verbesserungen eingeflossen, so dass die erreichten Dämpfungen erheblich verbessert werden konnten. Diese neuen Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 6

Aktive Lärmbekämpfung

Ein Konzept zur Schwingungsreduktion unter Ausnutzung des direkten piezoelektrischen EffektsOliver M. Fein, Lothar Gaul*Institut A für Mechanik, Universität Stuttgart*

Die Leichtbauweise hat bereits in viele Ingenieurdisziplinen Einzug erhalten. Im Automotiv- sowie Luftfahrtsektor hat die Reduktion des Bauteilvolumens direkte Auswirkungen auf verschiedene Aspekte wie beispielsweise Energieverbrauch und Kostenreduktion. Andererseits treten bei Leichtbaustrukturen aufgrund der Reduktion der Masse bzw. Steifigkeit oftmals Schwingungsprobleme auf. Zur Reduktion der Strukturschwingungen werden bereits erfolgreich aktive Maßnahmen angewendet. Der Einsatz von Aktuatoren, Sensoren sowie einer Reglereinheit ist jedoch mit hohen Kosten verbunden. Alternativ zum aktiven Konzept stellt dieser Beitrag ein passives piezoelektrisches Konzept vor, welches den technologischen Aufwand signifikant reduziert. Hierzu wird piezoelektrisches Blei-Zirkonat-Titanat (PZT) auf die Strukturoberfläche appliziert. Durch sorgfältige Auswahl der Applikationsorte kann eine gezielte Reduktion bestimmter Schwingungsmoden erzielt werden. Aufgrund der Strukturschwingung erfährt das piezoelektrische Element

eine Dehnung; dies führt zu einer Generierung von elektrischen Ladungen. Werden nun die Elektroden des PZTs über ein passives elektrisches Netzwerk kurzgeschlossen, so kommt es zum Stromfluß. Die im Netzwerk integrierte Ohmsche Last stellt eine Energiesenke dar, so daß dieses Konzept aufgrund der Energiedissipation zu einer Schwingungsreduktion führt. Das Konzept ist im Experiment verifiziert worden. Hierzu wurden PZT-Elemente auf eine Platte appliziert. Damit wird eine gezielte Erhöhung der Strukturdämpfung für bestimmte Moden erreicht. Messungen zeigen eine signifikante Reduktion der Strukturschwingung, die mit der Minderung des abgestrahlten Schalls einhergeht.

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Das Verbundprojekt SWING zur Berechnung von Umströmungsgeräusch – Eine Übersicht

Jan Delfs

DLR-Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik

SWING+ (=Simulation of **W**Ing-flow **N**oise **G**eneration) ist das Akronym für ein 3-Jahres Projekt, in dem das DLR und einige deutsche Universitäten im Gebiet der numerischen Simulation von Umströmungsgeräusch und der Berechnung des Strömungseinflusses auf die Schallabstrahlung zusammenarbeiten. Das Partnerkonsortium besteht im einzelnen aus: i) Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, DLR Braunschweig, ii) Aerodynamisches Institut Aachen (AIA), RWTH Aachen, iii) Hermann-Föttinger Institut (HFI), Technische Universität Berlin, iv) Institut für Akustik und Sprachkommunikation (IAS), Technische Universität Dresden and v) Institut für Aerodynamik und Gasdynamik (IAG), Universität Stuttgart. Projektbeginn war Anfang 2001 und folgte einer ersten Vorbereitungsphase, in der die grundlegenden Rechenverfahren entwickelt wurden. Die Initiative wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und das DLR gefördert. Numerische Methoden haben das Potenzial zur Vorhersage aerodynamischen Geräuschs und werden in der Zukunft eingesetzt werden, um den Entwurf leiser Flugzeugkomponenten zu unterstützen. Anders als im Bereich der numerischen Aerodynamik (CFD) sind die Methoden der numerischen Aeroakustik (CAA) zurzeit nicht soweit entwickelt, um im Ingenieuralltag eingesetzt zu werden. Verschiedene Simulationskonzepte für die Berechnung von aerodynamischem Lärm existieren, deren Anwendungsbereich untersucht werden muss; in SWING+ sind einige vielversprechende Ansätze (RANS+Störungsmethode (kausal und stochastisch, RANS+Lighthillanalogie mit statistischer Quellbeschreibung, LES+akustische Störungsgleichungen, linearisierte Eulerverfahren) entwickelt und implementiert und durch Validierungsversuchen begleitet worden. Der Vortrag gibt einen Überblick über den Stand der Arbeiten nach 2 Jahren.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Forschungsarbeiten am IAG im Rahmen des Forschungsprojekts SWING+Sandro Guidati, Jasmin Ostertag, Siegfried Wagner*Institut für Aerodynamik und Gasdynamik Universität Stuttgart*

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Verbundprojekt SWING+ (Simulation of Wing Inflow Noise Generation) befasst sich mit der numerischen Vorhersage der Schallabstrahlung von Hochauftriebskonfigurationen. Ziel des Projekts ist es, Verfahren zu entwickeln, mit welchen bereits während der Entwurfsphase von Flugzeugkomponenten schnelle und zuverlässige Vorhersagen zur Lärmabstrahlung möglich sind. Der erste Schritt dorthin setzt voraus, dass die für die Lärmabstrahlung verantwortlichen Mechanismen genauer untersucht, erkannt, verstanden und letztlich modelliert werden.

Das Institut für Aerodynamik und Gasdynamik (IAG) der Universität Stuttgart entwickelt innerhalb des Projekts SWING+ ein Lärmvorhersagekonzept, das auf der Akustischen Analogie von Lighthill basiert. Für die Beschreibung des Strömungsfelds und damit des Quellterms werden Lösungen von RANS-Rechnungen (Reynolds-averaged Navier-Stokes) verwendet, auf deren Basis eine Verteilung der turbulenten kinetischen Energie ermittelt werden kann. Die Wellengleichung wird mittels einem Randelementverfahren (Boundary Element Method) numerisch gelöst. Die so erhaltenen Größen werden zur Modellierung des Quellterms verwendet und die Lärmabstrahlung mit dem entwickelten Verfahren SATIN (Statistical Approach to Turbulence Induced Noise) berechnet.

Alle im Projekt entwickelten Verfahren zur Lärmvorhersage werden an einfachen Testfällen, welche jeweils einzelne an einer Hochauftriebskonfiguration auftretende Schallmechanismen wiedergeben, validiert. Hierzu liefert das IAG die entsprechenden aerodynamischen und akustischen Messdaten, die in umfangreichen Messkampagnen ermittelt und allen Projektpartnern bereitgestellt werden. Während die aerodynamischen Messungen im Laminarwindkanal des IAG durchgeführt werden, finden die akustischen Untersuchungen im Akustischen Windkanal Braunschweig des DLR statt. Hierbei kommen neben dem dort eingebauten Hohlspiegel das Akustische Array Stuttgart (AAS) zum Einsatz.

Es werden die Ergebnisse von experimentellen Untersuchungen und ersten Simulationen mit SATIN vorgestellt und miteinander verglichen.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Validierung aerodynamischer und aeroakustischer Berechnungen bei der Strömung an der ebenen Platte und am NACA-Profil durch Messungen am aeroakustischen Windkanal

M. Bauer, A. Zeibig

TU Dresden

Zur Validierung der im Rahmen des Forschungsprojektes SWING+ (Simulation of Wing Flow Noise Generation) eingesetzten numerischen Verfahren, wurden umfangreiche strömungsmechanische sowie akustische Messungen durchgeführt. Erster Testfall für die numerischen Untersuchungen ist die dünne, ebene Platte. Die Strömungssimulationen (RANS, LES) werden mit den Ergebnissen der 1D- und 3D-Hitzdrahtmessungen verglichen. Dabei wird auch auf die Genauigkeit der verwendeten Hitzdrahtmesstechnik eingegangen. Die Validierung der Simulationen zur Schallausbreitung (CAA, mit Euler-Gleichungen) erfolgt durch Messung der Schalldruckpegel und der Frequenzspektren im nahen Fernfeld der Platte. Auch gemessene und berechnete Richtcharakteristiken der Schallabstrahlung werden miteinander verglichen. Der zweite Testfall ist die Untersuchung eines Profils NACA 0012. Auch für diesen Testfall werden Validierungen durchgeführt. Außerdem erfolgt eine Schallquellenlokalisierung mit einem Mikrofonarray.

Mi. 15:15 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Prediction of Far-Field-Sound from Turbulence near Plate in Flow Using Wall Pressure Fluctuations as the Source Model

A. Borisjuk, P. Költzsch

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

In this work, a method is developed for the prediction of noise produced by turbulent flow near trailing edge of a streamlined plate. It is based on the Green's function technique and the methods of spectral and correlation analysis. The cases of inhomogeneous and homogeneous turbulence are considered, and the corresponding (compact) expressions are developed relating the spectral characteristics of the noise field to those of the turbulent wall pressure fluctuations, such as the cross-spectrum and wavenumber-frequency spectrum. The main advantage of these expressions over those obtained by other researchers is that, firstly, they use the wall pressure (rather than the Lighthill's stresses) as the noise sources and, secondly, they allow the use of the available wall pressure models. Furthermore, the method allows principally the use of the wall pressure data obtained from the numerical techniques, such as LES and SNGR techniques. For the case of homogeneous turbulence, predictions of noise are made for the typical aircraft parameters, the wall pressure

fluctuations models of Corcos, Chase, Ffowcs Williams and Smolyakov & Tkachenko being used. The estimates agree reasonably well with those found in the scientific literature.

Mi. 15:40 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Simulation von Hinterkantenlärm mittels einer hybriden LES/APE Methode

R. Ewert, M. Meinke, W. Schröder

Aerodynamisches Institut, RWTH Aachen

Hinterkantenlärm wird mittels einer hybriden Methode simuliert. Das hydrodynamische Nahfeld wird dabei in einem ersten Schritt mittels einer Grobstruktursimulation des kompressiblen Problems zeitgenau aufgelöst. In einem zweiten Schritt wird das akustische Feld mittels akustischer Störungsgleichungen (APE = Acoustic Perturbation Equations) zeitgenau auf Volumengittern simuliert, wobei die Störungsgleichungen durch Quellterme angeregt werden, die durch die Grobstruktursimulation bestimmt sind. Die Simulation des akustischen Feldes berücksichtigt Konvektions- und Refraktionseffekte einer nicht-uniformen Grundströmung, so dass die Strömungssimulation lediglich das unmittelbare Quellgebiet auflösen muss. Die abgeleiteten linearen akustischen Störungsgleichungen sind stabil für beliebige Grundströmungsfelder und divergierenden Lösungen in global instabilen Grundströmungsfeldern, die bei Verwendung der linearisierten Euler-Gleichungen als akustische Störungsgleichungen beobachtet werden, werden vermieden. Desweiteren werden Wirbelmoden nicht aufgelöst, die bei kleinen Machzahlen die linearisierten Euler-Gleichungen steif machen da die hydrodynamischen und akustischen Längenskalen mit der Machzahl skalieren.

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Simulation von Hinterkantengeräusch mit dem CAA-Störungsverfahren PIANO des DLR

Markus Lummer, Thomas Lauke, Jan W. Delfs

Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, DLR - Braunschweig

Die Wechselwirkung von strömungsmechanischer Turbulenz mit Hinterkanten von Tragflügeln ist ein wichtiger Mechanismus der Schallerzeugung an Verkehrsflugzeugen. Eine Möglichkeit zur Berechnung dieser Schallfelder bietet die Aufteilung des Strömungsfeldes in mittlere Strömung und turbulente sowie akustische Schwankungen. Das mittlere Strömungsfeld kann dann mit den Reynolds-gemittelten Navier-Stokes

Gleichungen (RANS) berechnet werden. Die turbulenten Schwankungen lassen sich durch ein statistisches Modell annähern und die akustischen Fluktuationen ergeben sich als Lösung von linearen oder nichtlinearen Störungsgleichungen. Der vorliegende Beitrag behandelt die Simulation des akustischen Feldes mittels der Lösung linearer und nichtlinearer Störungsgleichungen unter Verwendung eines mittleren RANS Strömungsfeldes. Da dies Problem nur schwach nichtlinear ist, werden die Details der turbulenten Grenzschicht vernachlässigt und nur die Wechselwirkung von Einzelwirbeln mit der Hinterkante von Tragflügeln untersucht. Es wird die Strömung um das Tragflügelprofil eines modernen Transportflugzeuges bei einem Anstellwinkel von 6° , Machzahlen zwischen 0,2 und 0,5 sowie Reynoldszahlen bis $1,6 \times 10^6$ betrachtet. Der Wirbel wird zu Beginn der Rechnung stromauf der Hinterkante eingesetzt und dann durch die mittlere Strömung über die Hinterkante konvektiert. In Nähe der Hinterkante wird durch die Wechselwirkung zwischen Wirbelstärke und geometrischer Inhomogenität ein Druckpuls erzeugt, der sich im mittleren Strömungsfeld ausbreitet. Die Auswertung des Drucksignales auf einem Kreis um die Hinterkante erlaubt dann die Berechnung der Richtungsabhängigkeit der Schallintensität. Für einen größeren Winkelbereich stromab der Hinterkante zeigte sich eine Abhängigkeit der Schallintensität von der vierten Potenz der Machzahl, was gut mit dem theoretisch erwarteten Verhalten übereinstimmt. Bei Berücksichtigung von nichtlinearen Termen ergaben sich unterschiedliche Schallintensitäten für positiv und negative rotierende Anfangswirbel.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Zwei- und dreidimensionale Schallausbreitung um komplexe Körper in Strömungen

B. Basel, M. Grünwald

EADS Deutschland GmbH, München

Die Aeroakustik ist ein Teilbereich der Aerodynamik und befasst sich mit der Entstehung und Ausbreitung von Schallwellen in Fluiden. In der Luftfahrt ist diese noch sehr junge Wissenschaft in den letzten Jahren stetig gewachsen. Neue Lärmschutzverordnungen sowie steigendes Umweltbewusstsein sind an dieser Entwicklung maßgeblich beteiligt. Die Ausbreitung von Schallwellen um komplexe Geometrien in Strömungen ist ein großer Teil derzeitiger Arbeiten. Hierbei werden die lokal linearisierten Euler Gleichungen auf einem speziellen Gitter mit der Finite Volumen (FV) bzw. der Finite Differenzen (FD) Methode gelöst. In der Umgebung des Körpers wird die FV Methode und einige Zellen entfernt vom Körper die FD Methode angewandt. Auf dem FD Gitter wird das DRP Schema verwendet. Die Kopplung zwischen dem FV und

dem FD Gitter konnte durch eine neuartige Form der Interpolation zwischen den beiden Gittern realisiert werden. Das Verfahren ist im Raum von zweiter Ordnung im FV Bereich und von vierter Ordnung im FD Bereich genau. In der Zeit ist es von vierter Ordnung genau. Mit dieser Vorgehensweise ist eine dispersionsarme Schallausbreitung um Profile und Tragflügel möglich. An den äußeren Rändern des kartesischen Gitters kommt es bei Anwendung der Finite Differenzen Methode zu Reflexionen. Mit einer in dieser Arbeit vorgestellten partiellen Differentialgleichungen kann die am Rand ankommende Energie absorbiert werden.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Numerische Simulation der Schallabstrahlung vom Einlauf eines Flugtriebwerks

N. Schönwald, C. Schemel, D. Eschricht, F. Thiele, U. Michel*

Hermann-Föttinger-Institut für Strömungsmechanik, Technische Universität Berlin **Institut für Antriebstechnik, Abteilung Turbulenzforschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Berlin*

Der stetig zunehmende Luftverkehr geht mit einem Anstieg der Lärmbelastung einher, so dass die Entwicklung leiser Flugzeuge und Flugtriebwerke immer größere Bedeutung gewinnt. Durch die Einführung von Nebenstromtriebwerken konnte der Strahlärm deutlich reduziert werden, was dazu führte, dass andere Quellen die Lärmabstrahlung von Triebwerken dominieren. Von besonderer Bedeutung ist dabei der tonale Rotorlärm, der sich durch den Triebwerkseinlauf ausbreitet und ins Fernfeld abgestrahlt wird. Zum Entwurf lärmarmen Triebwerke wurde ein kombiniertes Simulationsverfahren zur Ausbreitung von Rotorlärm durch einen axialsymmetrischen Triebwerkseinlauf und dessen Abstrahlung ins Fernfeld entwickelt, das entsprechend der physikalischen Anforderungen geeignete ressourcensparende numerische Methoden verwendet. Mittels Fourierreihenentwicklung in Umfangsrichtung kann ein zu den dreidimensionalen linearisierten Eulergleichungen äquivalentes System von komplexen zweidimensionalen Gleichungen für jede Azimutalmode hergeleitet werden. Die Lösung für die einzelnen Azimutalmoden erfolgt mit einem modifizierten zweidimensionalen Computational-Aeroacoustics-Verfahren (CAA), das speziell für die Schallausbreitung optimierte Diskretisierungsschemata höherer Ordnung verwendet. Aus den Einzellösungen der jeweiligen Moden lässt sich anschließend das vollständige dreidimensionale Schallfeld zusammensetzen. Da in einem Flugtriebwerk nur eine begrenzte Anzahl von ausbreitungsfähigen Moden angeregt wird, reduziert diese Vorgehensweise den numerischen Aufwand erheblich. Von einer Interfacefläche außerhalb des Einlaufs wird die Schallabstrahlung ins Fernfeld

mit einem Integralverfahren berechnet, das auf der akustischen Analogie von Ffowcs Williams und Hawkins (FWH) basiert. Das FWH-Verfahren arbeitet im nicht von der Triebwerksgeometrie beeinflussten Fernfeld sehr viel effizienter als das CAA-Verfahren im Einlauf, so dass das Schallfernfeld mit adäquatem numerischen Aufwand bestimmt werden kann. Als Anwendung für die Methode wurde die Richtcharakteristik für einen Triebwerkeinlauf berechnet und mit experimentellen Ergebnissen verglichen.

Mi. 17:50 Uhr Raum FO 6

Tragflügelumströmung

Ermittlung von Quellenimpedanzen in strömungstechnischen Systemen

M. Markowitz, M. Fallen, T. Stengel, F. Ebert

Aerodynamisches Institut, RWTH Aachen

Soll ein strömungstechnisches System hinsichtlich seiner akustischen Eigenschaften analysiert werden, so ist es oft sinnvoll, Schallerzeugung und Schallübertragung voneinander zu trennen. Im Rahmen eines Forschungsprojektes sollte das Geräuschverhalten des Luftverteilungssystems einer Fahrzeugklimatisierungsanlage untersucht werden. Basierend auf der in der eindimensionalen Rohrakustik gebräuchlichen Einteilung eines akustischen Systems in Schallquelle, akustisches Filter und Abstrahlungsimpedanz wurde das Luftverteilungssystem stromabwärts der Lüfterbaugruppe als akustisches Filter betrachtet, das mit eingangs- und ausgangsseitigen Impedanzen belegt ist und eingangsseitig von einer Schallquelle (Lüfterbaugruppe) beschallt wird. Die eingangsseitige Impedanz ist dabei die Quellenimpedanz der Schallquelle, die zusammen mit der Quellenstärke messtechnisch ermittelt werden sollte. Das abgestrahlte Geräuschspektrum ergibt sich dann aus dem Quellenstärkespektrum der Schallquelle und dem Schallübertragungsverhalten des Filters. Aufbauend auf den Grundlagen der experimentellen Bestimmung von Schallquelleneigenschaften nach Munjal et al. wurde ein Prüfstand zur Bestimmung von Quellenimpedanz und Quellenstärke einer strömungsakustischen Schallquelle ausgelegt und in Betrieb genommen.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Multimikrofon-Störgeräuscherdrückung: theoretisches Optimum und praktische RealisierungUwe Simmer, Jörg Bitzer

In diesem Beitrag untersuchen wir das theoretisch bestmögliche lineare Filtersystem zur Geräuscherdrückung mit mehreren Mikrofonen. Mit dieser Optimallösung kann die maximal mögliche Leistungsfähigkeit von Multimikrofon-Systemen ermittelt werden. Sie ist daher auch für Methoden zur Quellentrennung von Bedeutung. Die diskutierte Lösung kann aber auch zum praktischen Entwurf von Filtern benutzt werden. Wählt man als Qualitätskriterium den mittleren quadratischen Fehler, so erhält man als Optimallösung das multidimensionale Wienerfilter. Praktisch handhabbar werden solche Filter erst durch die Zerlegung des Filters in zwei Komponenten: ein multidimensionales Filter, das nur von den Korrelationseigenschaften des Geräuschfeldes und der Mikrofonanordnung abhängt, und ein eindimensionales Nachfilter, das eine Funktion des SNR am Ausgang des ersten Filters ist. Für ein diffuses Schallfeld entspricht die erste Komponente einem Multimikrofon-System mit superdirektiven Eigenschaften. Ein solches System überträgt das Nutzsignal im Idealfall völlig verzerrungsfrei, die Störgeräuscherdrückung ist aber für viele Anwendungen zu gering. Die eindimensionale Nachfilterung führt zu einer sehr deutlichen Verbesserung der Geräuscherdrückung. Viele aus der Literatur bekannte Filteralgorithmen produzieren jedoch zu starke Verzerrungen des Nutzsignals. Wir analysieren die Schwächen im Entwurf dieser Nachfilter und diskutieren Möglichkeiten zur Verbesserung dieser Verfahren.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Scalable Audio Source Separation in the Presence of NoiseJustinian Rosca, Radu Balan, Scott Rickard*Siemens Corporate Research*

Real blind source separation scenarios are rarely “square” (have equal number of sources as the number of sensors). On the contrary, situations constantly vary between the so called “degenerate” case (more sources than sensors) and the over specified case (less sources than sensors). By being able to deal evenly with such cases and with the presence of noise, the present blind source separation approach opens the door to audio source separation in realistic scenarios. We consider an additive noise mixing model with an arbitrary number of sensors and possibly more sources than sensors, where sources are disjointly orthogonal, i.e. they have mutually disjoint supports of the windowed Fourier transform. The approach estimates the model in the presence of noise under

the direct-path far-field assumptions by maximum likelihood. We present the relationship between our solution and classical superdirective beamformers. The implementation of the derived criterion essentially iterates two steps: (1) partitioning of the time-frequency plane for separation, and (2) optimization of the mixing parameter estimates. The solution is applicable to an arbitrary number of microphones and sources, with no prior knowledge about the sources. Experimentally, we show the capability of the technique to separate multiple simultaneous voices from two, four, six and eight channel recordings in the presence of noise.

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Comparison and a theoretical link between time domain and frequency domain blind source separation

R. Aichner, H. Buchner, W. Kellermann

University of Erlangen-Nuremberg, Telecommunications Laboratory

In this paper, we start with an comparative overview of state-of-the-art blind source separation (BSS) approaches for separating speech signals in real-world environments with room impulse responses modeled by long FIR filters of several thousand taps. Traditionally we distinguish between time-domain and frequency-domain BSS methods. The latter one is widely used due to its simplicity because the convolutive problem is decomposed into instantaneous BSS problems in each frequency bin. Unfortunately this results in a frequency-dependent permutation and scaling ambiguity. On the other hand time-domain algorithms avoid the arbitrary permutation and scaling but their applicability has usually been restricted to short room impulse responses. Recently we proposed a new approach to overcome this limitation by using a proper initialization method. Now a theoretical link between time-domain and frequency-domain methods is established by a rigorous derivation of a frequency-domain approach. This novel derivation leads to constraints in the update equation which show explicitly the relationship between the two above mentioned classes of algorithms.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Acoustic Source Separation using Geometrically Constraint ICA

M. Knaak*, D. Filbert*

Technical University Berlin

For many signal processing tasks, a very good reconstruction of the target signal is essential when the target signal is disturbed by other ➡

sources. Adaptive beamformers (ABF) and Independent Component Analysis (ICA) are effective tools for multichannel signal reconstruction.

The well established ABFs have limited robustness against erroneous parameters. This is troublesome since the steering vector is always roughly estimated in a reverberant environment even when the look direction is precise, as is shown in this paper. The methods used to overcome this sensitivity mostly broaden the directivity pattern, resulting in a trade-off between the signal suppression performance and the parameter sensitivity.

ICA is theoretically able to blindly recovering multiple sources from their linear mixture if the sources are independent. When separating acoustical mixtures, it faces the permutation problem. There are several approaches to overcome this problem, however, they are restricted to two sources. Hence, the number of real-world applications in acoustics is still limited, and the separation performance is mostly insufficient.

This contribution introduces a new algorithm using independent component analysis (FastICA) with a geometrical constraint. The new algorithm solves the permutation problem, and it is significantly less sensitive to the precision of the geometrical constraint than an ABF. It is theoretically and experimentally analyzed with respect to the roughness of the steering vector estimation by using impulse responses of a real room. The effectiveness of the algorithm for real-world mixtures is also shown in the case of three sources and three microphones.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Realtime Implementation of a Beamforming Based Convolutional Source Separation Algorithm

W. Baumann, D. Kolossa, R. Orglmeister

TU Berlin, FG Elektronik und medizinische Signalverarbeitung

A realtime implementation of an independent component analysis (ICA) algorithm for the separation of two acoustically mixed speech signals in a car environment is introduced. The algorithm is based on two parallel frequency domain beamformers, each of which cancels the signal from one interfering source by frequency dependent null-beamforming. In order to obtain independent output signals, stemming from the driver and the co-driver, respectively, the zero-directions of the beamformers are jointly optimized via second and higher order statistics. Optimization is carried out for each frequency band separately, so that phase distortions caused by the transfer functions between speakers and microphones are compensated. In contrast to other frequency domain source separation algorithms, this structure does not suffer from permutation of frequency bands and allows to distinguish between the

two speakers. At the same time, it is retaining the major advantage of blind methods, that do not require an external estimate of the direction of arrival (DOA).

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Modeling the auditory signal processing in reverberant environments

Jörg M. Buchholz

Institut für Kommunikationsakustik

Cocktail-party processors have often been applied to separate superposed signals emitted from different sound sources. Although such techniques show promising results in simple environments, they usually fail in realistic -especially reverberant- environments. However, the human listener is able to perform this severe signal separation task by employing a sophisticated monaural and binaural signal processing. Hence, it is very important to understand and to model these auditory processes, in order to improve the performance of future cocktail-party processors. In this regard, the phenomenon of room reflection masking is analyzed and a model describing the underlying auditory processes is proposed. The model is mainly composed of four stages: (a) bandpass filterbank stage, (b) Signal Dependent Compression (SDC) stage, (c) Equalization-Cancellation (EC) stage, and, (d) decision device stage. According to this model structure, the SDC stage represents the important monaural mechanisms and the EC stage the important binaural mechanisms. The model has been adjusted to simulate known psychoacoustical data on a test reflection being masked by the direct sound as well as being masked by the direct sound plus an additional reflection. It was found, that in the first masking condition, mainly monaural processes seem to be involved, and in the second condition, binaural processes have additionally to be regarded. Furthermore, the adjusted model has been applied to simulate the masking effect by a complete room impulse response. The results are discussed in the background of the relevant literature.

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Konvolutive blinde Quellentrennung basierend auf korrelierten Amplitudenmodulationen in Sprachsignalen

Jörn Arnemüller*, Birger Kollmeier

*Medizinische Physik, Universität Oldenburg, *derzeit: Salk Institute und University of California, San Diego, USA*

In diesem Beitrag wird das Problem der blinden Trennung einer konvolutiven Mischung von Sprachsignalen betrachtet. Zur Separation werden die Signale mit der Kurzzeitfouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert. ➡

Charakteristisch fuer das (unvermischte) Sprachsignal eines Sprechers ist, dass die zeitlichen Abfolgen der Signalamplituden in verschiedenen Frequenzbaendern untereinander korreliert sind. Diese Eigenschaft von Sprachsignalen wird als korrelierte Amplitudenmodulation bezeichnet. Bei der Analyse von Paaren jeweils zweier verschiedener Sprachsignale stellt sich heraus, dass die entsprechenden Signalamplituden in beliebigen Frequenzbaendern zweier unvermischter Signale jedoch unkorreliert sind. Diese Eigenschaft folgt bereits theoretisch aus der (vorausgesetzten) statistischen Unabhaengigkeit der Signale.

Aufbauend auf diesen Beobachtungen wird eine Kostenfunktion definiert, die den Grad der Korrelation von Amplitudenmodulationen in mehreren Sprachsignalen misst, und die ihr Minimum fuer den Fall getrennter Signale annimmt. Der AMDdecor ('Amplitude Modulation Decorrelation') Algorithmus zur konvolutiven blinden Quellentrennung wird vorgestellt, der auf der Minimierung dieser Kostenfunktion beruht. Weiterhin wird gezeigt, dass die vorgeschlagene Kostenfunktion eine Loesung des 'Permutationsproblems' darstellt, das bei der blinden Signaltrennung im Frequenzbereich auftritt. Vergleiche mit Separationsergebnissen anderer Algorithmen und Audiobeispiele demonstrieren die erfolgreiche Quellentrennung durch den Algorithmus. Audiodemos sind auch im Internet unter <http://medi.uni-oldenburg.de/members/ane/> abrufbar.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Schallquellenortung mit der Zylindrischen Nahfeld-Holographie

André Gerlach, Peter Kuhn, Hans-Peter Grabsch

Robert Bosch GmbH, Zentralbereich Forschung und Vorausentwicklung, Abteilung Angewandte Physik (FV/FLP), Gerlingen

Für Aufgaben der Lärminderung und der Geräuschgestaltung sind in einer ersten Bestandsaufnahme oft die Teilschallquellen des untersuchten Objektes zu ermitteln. Für eine solche Schallquellenortung im Luftschallfeld gibt es verschiedene, bereits erprobte Verfahren angefangen vom „Überstreichen“ mit einer Schallintensitätssonde bis hin zu einer Schallfeldkartierung (Schalldruck oder Schallintensität). Bei korrelierten Teilschallquellen entsteht durch Superposition ein Interferenzbild, das bei diesen Verfahren eine geometrische Zuordnung von Teilschallquellen schwierig macht. Abhilfe schafft die planare Nahfeld-Holographie, bei der auf einer Ebene der Schalldruck gemessen und auf einer anderen Ebene unmittelbar vor der zu untersuchenden Quelle berechnet werden kann, auf der die Interferenzen weniger ausgeprägt sind. Die planare Nahfeld-Holographie ist ein in der Praxis etabliertes und kommerziell verfügbares Werkzeug, das z. B. für Messungen

am Motorraum angewandt wird. Für kleinere kompakte Produkte ist jedoch eine Methode erforderlich, die die Schallabstrahlung in alle Richtungen ermittelt. Dieser Anforderung wird die zylindrische Nahfeld-Holographie besser gerecht, bei der auf einer Zylinderschale das Schallfeld gemessen und auf einer anderen berechnet werden kann. Da es dazu kein kommerzielles Programm gibt, wurde die diesbezügliche Literatur ausgewertet, um eigene Untersuchungen ergänzt und darauf aufbauend die Methode in einem Programm umgesetzt. In diesem Beitrag stellen wir den rechnerischen und messtechnischen Einsatz der zylindrischen Nahfeld-Holographie vor. Am Beispiel einer Quelle mit bekannter Anordnung der Teilschallquellen zeigen wir, wie sich durch Berechnung des Schallfeldes auf einer oberflächennahen Zylinderschale die Ortbarkeit der Schallquellen gegenüber einer Schallfeldkartierung im größeren Abstand verbessert.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 7

Mikrofonarrays

Robuster, zeitvarianter Entwurf eines MVDR Beamformers

J. Bitzer*, K. U. Simmer, M. Kallinger**

**Haupt Digital Audio (HDA), **Universität Bremen, Arbeitsbereich Nachrichtentechnik*

Das Konzept des Minimum Variance Distortionless Response (MVDR)-Beamformers ist eines der am häufigsten verwendeten Ausgangsmodelle für die Entwicklung von adaptiven Beamformer-Algorithmen. In diesem Beitrag soll gezeigt werden, wie eine optimale breitbandige Lösung für die Sprachverarbeitung aussieht. Da die optimale Lösung auf das perfekte a-priori Wissen der räumlichen Verteilung des Geräuschfeldes basiert, ist unter realen Bedingungen immer eine Schätzung notwendig, die sich insbesondere bei gleichzeitigem Vorhandensein des Nutzsignals als schwierig erweist. Es wird deshalb eine Erweiterung des so genannten Minimum Statistics Verfahrens auf mehrkanalige Signale zur Schätzung der benötigten Auto- und Kreuzleistungsdichtespektren vorgestellt. Ein Vergleich dieses neuen Verfahrens mit der Lösung, die sich unter Ausnutzung eines perfekten Sprachpausendetektors ergibt, zeigt, dass das neu vorgestellte Verfahren bei stationärer Störung nur unwesentlich schlechtere, aber bei instationären Geräuschfeldern sehr viel bessere Ergebnisse im Hinblick auf unerwünschte Nutzsignaldämpfung und erwünschte Geräuschreduktion erzielt.

Mi. 15:15 Uhr Raum FO 7

Ultraschall

Akustische Sensoren für die Zerstörungsfreie Prüfung und die medizinische DiagnostikElfgard Kühnicke*TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

In der zerstörungsfreien Prüfung und in der medizinischen Diagnostik sind Ultraschalluntersuchungen weit verbreitet. Meist wird mit der Impuls-Echo-Methode gearbeitet, das bedeutet, daß das von dem Fehler bzw. den Organgrenzen reflektierte Signal empfangen und ausgewertet wird. Die Qualität bzw. sogar die Durchführbarkeit der Untersuchung hängt davon ab, ob das Schallfeld im Untersuchungsobjekt an der zu untersuchenden Stelle fokussiert ist und ob das Objekt unter dem gewünschten Einschallwinkel getroffen wird. Nebenstrukturen sind unerwünscht, da sie Fehlbewertungen verursachen können. Da das Schallfeld durch schrägliegende und gekrümmte Grenzflächen abgelenkt, fokussiert bzw. defokussiert wird, hängt es sowohl von den Parametern des Schallkopfs, als auch von den Parametern des Ausbreitungsmediums ab. Der Beitrag diskutiert anhand von Simulationsrechnungen den Einfluß der verschiedenen Schallkopfparameter sowie der Parameter des Untersuchungsobjektes auf das Schallfeld. Das Vorgehen bei der Entwicklung von angepaßten Schallköpfen bzw. Meßanordnungen für Prüfprobleme in der ZfP wird erläutert. Der Beitrag zeigt außerdem, daß die Kenntnis des Schallfeldes bei den jeweiligen Meßbedingungen eine bessere Bewertung der Meßsignale ermöglicht.

Mi. 15:40 Uhr Raum FO 7

Ultraschall

Untersuchung von stehenden Schallfeldern in FlüssigkeitM. Kristen*, A. Döhle*, R. Lerch****Robert Bosch GmbH Stuttgart, **Universität Erlangen-Nürnberg*

Für industrielle Anwendungen, z.B. für die Reinigung von präzisionsgefertigten mechanischen Bauteilen, wird häufig Ultraschall hoher Intensität eingesetzt. Um den Reinigungsprozess optimieren zu können, ist es notwendig, die sich ausbildenden Schallfelder genau zu untersuchen. Innerhalb einer resonant angeregten zylinderförmigen Kavität wurde der Schalldruck in Stehwellenfeldern mit Hydrophonen vermessen und dabei besonders nichtlineare Effekte im Vergleich zum linearen Stehfeld betrachtet. Die Messergebnisse wurden mit der analytischen Lösung und Ergebnissen aus der Finite-Elemente-Simulation verglichen. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde eine Methode zur Modellierung einer Ultraschallquelle erarbeitet: Die Geschwindigkeitsamplituden der schallabstrahlenden Fläche des Ultraschallwandlers wurden mit einem Laservibrometer gemessen und daraus die Auslenkungsamplituden bestimmt. Diese wurden in der Simulationsrechnung als

Randbedingungen verwendet. Eine qualitative Überprüfung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe der Laservibrometrie. Hierbei macht man sich die Druckabhängigkeit des Brechungsindex von Wasser zu Nutze, die eine Unterscheidung zwischen Bereichen hohen und geringen Drucks ermöglicht und eine qualitative Darstellung der vorliegenden Schall-druckverteilung ergibt. Es werden Mess- und im Vergleich dazu Simulationsergebnisse in ein- und mehrdimensionalen Stehwellenfeldern vorgestellt. Im besonderen Fokus stehen hierbei die nichtlinearen Effekte, die in dieser Form in Flüssigkeit bisher noch nicht betrachtet wurden.

Mi. 16:05 Uhr Raum FO 7

Ultraschall

Numerical simulations of ultrasonic polar scans on fiber reinforced composites

Nico F. Declercq, Joris Degrieck, Oswald Leroy

Soete Laboratory, Department of Mechanical Construction and Production, Ghent University, Belgium

Numerous experiments have already been performed that show qualitatively that ultrasonic polar scans are a promising technique to characterize the stiffness properties of fiber reinforced composites. Whereas classical c-scans use normal incident sound on a large number of subsequent spots, a polar scan uses oblique incident sound under each possible angle on one single spot, to obtain information about the material under investigation. Extraction of the stiffness tensor from such polar scans can only occur if there exists a sophisticated model that can actually simulate such scans. Here, we present numerical simulations on single layered fiber reinforced composites as a first step towards complete simulations on multi-layered composites.

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 7

Ultraschall

Zum sonografischen Sicherheitsprinzip in der Norm GEFAU N 01

J. Herbertz

Gerhard-Mercator-Universität, Duisburg

Die Sicherheit des Patienten im Ultraschallfeld eines medizinisch-diagnostischen Ultraschallgerätes hängt davon ab, ob im Ultraschallfeld Schwellenwerte biologischer Effekte erreicht und überschritten werden. Das Weltkartell der Hersteller sträubt sich gegen die Einteilung der Geräte in Sicherheitsklassen, bei denen in der Sicherheitsklasse A die Einhaltung der Schwellenwerte hinsichtlich Temperaturerhöhung und Kavitation nachgewiesen sein muß und bei denen in der Sicherheitsklasse B die Einhaltung beider Schwellenwerte nicht gewährleistet ist. Angeblich sei mit der Anzeige von Indexzahlen von seiten der Hersteller alles

für die Sicherheit des Patienten Erforderliche getan. Die dieser Auffassung entsprechende Europäische Norm EN 60601 – 2 – 37, die sich ausdrücklich auf das Sicherheitsprinzip ALARA bezieht, ist in Deutschland auf Widerspruch gestoßen. Dagegen enthält die in Deutschland und England geltende Norm GEFAU N 01 ein ganz anderes Sicherheitskonzept, das von der weit überwiegenden Mehrheit der mit Experten beteiligten Länder in der Internationalen Elektrotechnischen Kommission IEC unterstützt worden ist. Dieses Konzept geht im Gegensatz zum ALARA-Prinzip nicht davon aus, daß die zeitlicher Dauer einer Ultraschallexposition eine gleichrangige Rolle mit der Höhe dieser Exposition spielt. Anhand der physikalisch problemgerechten Formulierung der bekannten Grenzen zum thermischen Risiko und zum Risiko der Kavitation im lebenden menschlichen Körpergewebe wird das sonografische Sicherheitsprinzip abgeleitet, das in der Norm GEFAU N 01 formuliert und veröffentlicht worden ist. Die Auswirkung des korrekten Sicherheitsprinzips auf die gängige Praxis der Schwangerschaftsvorsorgeuntersuchungen mit diagnostischem Ultraschall wird diskutiert.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 7

Ultraschall

Thermoakustische Ultraschallintensitätsmessung mittels Auswertung transientser Aufheizkurven

Volker Wilkens

Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig

Thermoakustische Sensoren stellen eine einfache und kostengünstige Alternative zu anderen Messverfahren zur Bestimmung der abgegebenen Ultraschallleistung dar. Solche Exposimetrie-Messungen sind im Hinblick auf Patientensicherheit und Qualitätssicherung von medizinischen Ultraschallgeräten von großer Bedeutung. Das thermoakustische Messverfahren basiert auf der Umwandlung der einfallenden akustischen Energie in Wärme im Innern eines Ultraschallabsorbers und der Detektion der erzeugten Temperaturerhöhung auf der Rückseite des Absorbers. Typischerweise wird die auf den Absorber treffende Schallleistung aus der Messung der Temperaturerhöhung im thermischen Gleichgewicht abgeleitet. Da sowohl die erzeugte Temperaturerhöhung als auch die Zeit bis zum Erreichen des Gleichgewichts mit wachsender Absorberlänge zunehmen, muss bei der Auslegung der Sensoren ein Kompromiss zwischen der erreichbaren Empfindlichkeit und der notwendigen Messzeit eingegangen werden. Dieser Kompromiss kann

durch einen neuartigen Ansatz umgangen werden, bei dem die transienten Aufheizkurven ausgewertet werden, so dass eine erhebliche Verkürzung der Messzeiten erreicht werden kann. Die zeitabhängigen Aufheizkurven wurden für unterschiedliche Absorbergeometrien bei diversen Ultraschallfrequenzen experimentell ermittelt. Eine adequate numerische Beschreibung der Temperaturkurven erfolgte in Anlehnung an eine kürzlich veröffentlichte analytische Lösung mithilfe einer Fitprozedur. Wenn ein spezifischer Sensor zunächst durch einen auf diese Weise gewonnenen Satz von Parametern charakterisiert worden ist, kann er anschließend zur Schallintensitätsmessung verwendet werden, wobei sich die Messzeit typischerweise auf ein Zehntel der erforderlichen Zeit bei Auswertung der Gleichgewichtstemperatur reduziert. Dadurch wird die praktische Anwendbarkeit des thermoakustischen Sensorkonzeptes insbesondere für die Untersuchung von diagnostischen Ultraschallgeräten erheblich verbessert.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 7

Ultraschall

Eigenschaften und hoch auflösende Anwendungen interferenz-optischer Hydrophone

Martin Klann, Christian Koch

Phys.-Techn. Bundesanstalt, Labor 1.43 Ultraschall

Interferenzoptische Hydrophone erlauben die hochgenaue Messung von Ultraschall-Feldgrößen in Wasser. An der PTB wurde ein Messsystem entwickelt, das die schalldruckabhängige Reflexionsänderung an einem optischen Vielschichtsystem auswertet. Das empfindliche Element ist ein Mikro-Fabry-Perot-Interferometer aus harten dielektrischen Schichten, die auf einer Glasfaserspitze oder einem ausgedehnten planen Glassubstrat aufgebracht sind. Insbesondere das beschichtete Substrat hat sich aufgrund seiner über einen weiten Frequenzbereich konstanten Übertragungsfunktion als Referenzsystem zur Sekundärkalibrierung von Hydrophonen und Glasfasersensoren geeignet erwiesen.

Zur Zeit werden Vielschichtsysteme aus alternierend hoch brechendem Nb_2O_5 und niedrig brechendem SiO_2 verwendet; die Konfiguration entspricht einem optischen Schmalbandfilter und weist ein schalldruckabhängiges Interferenzmaximum bei etwa 680 nm auf. Die Druckempfindlichkeit hängt von den elastischen und elasto-optischen Eigenschaften der Schichtmaterialien ab. Es wurde der Elastizitätsmodul verschiedener hoch brechender Materialien über die Auswertung der Dispersion von Oberflächenwellen sowie durch Eindruck-Messungen mit einem Nanoindenter ermittelt. Durch Vergleich der Ergebnisse aus diesen Verfahren sind weitere Materialkonstanten wie Dichte und Poissonzahl

zugänglich. Die Konsequenzen bzgl. der Empfindlichkeit von Systemen mit diesen Materialien werden unter Optimierungsgesichtspunkten dargestellt. Es wurden Messungen mit verschiedenen beschichteten Glasfaserspitzen sowie mit Plansubstraten durchgeführt. Die beschichteten Plansubstrate ermöglichen die zweidimensionale Erfassung eines Schallfeldes, indem die Reflexionsänderung eines normal oder schräg einfallenden Laserstrahl ausgewertet wird. Erste dreidimensionale Messungen an Schallfeldern fokussierender Breitband-Schallwandler im Puls- bzw. Dauerschallbetrieb belegen eine hohe Auflösung im Raum- sowie Frequenzbereich, die mit herkömmlichen Membran- oder Nadelhydrophonen nur schwer zu erreichen ist.

Mi. 17:45 Uhr Raum FO 7

Ultraschall

Resonante piezoelektrische Folienwandler - eine Dimensionierung mit Netzwerkmethoden

Stephan Leschka, Günther Pfeifer

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Am Beispiel resonanter piezoelektrischer Folienwandler für Ultraschallanwendungen in Luft wurden diese zur Erreichung eines maximalen Schalldrucks mit einem neuen Netzwerkelement optimiert. Die untersuchten Wandler bestehen aus einer statisch vorgespannten PVDF-Folie, die auf eine Struktur aus parallelen und äquidistanten Streifen aufgelegt wird. Um dem piezoelektrischen Längseffekt eine Vorzugsrichtung zu geben, wird die PVDF-Folie durch einen Unterdruck leicht in die Streifenstruktur hineingesaugt. Die optimale Geometrie der Wandlerelektrode in Kombination mit der zugehörigen Dicke der PVDF-Folie ist für die gewünschte Betriebsfrequenz im Bereich um 60 kHz optimiert. Auf Grund der großen Anzahl freier Parameter und der daraus folgenden Vielzahl der notwendigen Simulationsrechnungen ist besonders die Netzwerkmethod wegen der geringen Rechenzeit zur Eingrenzung des Parameterfeldes in der Lage. Auf Grund der verwendeten Dicke der PVDF-Folie muss die Biegesteifigkeit und die statische mechanische Vorspannung der Folie in die Simulation einbezogen werden. Die Superposition beider Effekte führt auf eine Netzwerkabbildung der gespannten Platte. Die Netzwerksimulation wird im ermittelten Optimum durch eine FE-Berechnung und durch Messungen überprüft. Die Ergebnisse werden gegenübergestellt.

Mi. 8:30 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Ultraschallgewebecharakterisierung - Methoden zur system- und operatorunabhängigen Bestimmung quantitativer Parameter

K.-V. Jenderka, S. Brand, L. Köthe, M. Zacharias, H. Heynemann, P. Fornara

Q-BAM Group, Universitätsklinik und Poliklinik für Urologie, Medizinische Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Biologisches Gewebe stellt sich in der Sonographie als eine Kombination aus zufällig und quasi regelmäßig angeordneten akustischen Streuern dar. Neben der Beurteilung der Morphologie sind die Änderungen der akustischen Eigenschaften des Gewebes durch pathologische Veränderungen des Gewebezustandes Grundlage der sonographischen Diagnostik. In vielen Fällen kann die Verschiebung der akustischen Eigenschaften nicht oder nur sehr schwer im konventionellen B-Bild visualisiert werden. Durch Ausnutzung der im B-Bild nicht verfügbaren frequenzabhängigen Signalkomponenten, können zusätzliche Informationen zur Unterstützung der Diagnostik extrahiert werden. Voraussetzung ist in jedem Fall der Zugang zu den hochfrequenten Ultraschallechosignalen einschließlich der exakten Charakteristik der laufzeitabhängigen Verstärkung und die Korrektur der Schallfeldcharakteristik. Unter den genannten Bedingungen sind mit Einschränkungen auch Roh-Daten zur Parameterschätzung geeignet. Anhand von Phantommessungen sowie in vitro und in vivo Untersuchungen werden die Methoden zur Korrektur von Systemeigenschaften und zur Bestimmung der quantitativen Gewebeparameter gezeigt. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit gegenüber Störungen in der Schallfeldgeometrie und der notwenigen Bandbreite (Frequenzen größer 7 MHz) sind in naher Zukunft klinische Anwendungen vor allem an sonographisch gut zugänglichen Organen wie Hoden, Prostata (TRUS), Schilddrüse und Parotis, sowie bei intraoperativen Applikationen und für in vitro Experimente zu erwarten.

Mi. 8:55 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Grundlagen, Anwendungen und Grenzen der Ultraschall-Elastographie

K. M. Hiltawsky, H. Ermert

Institut für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum

Die Abbildung mechanischer Eigenschaften biologischen Gewebes ist von medizinischem Interesse, weil ein klinischer Zusammenhang zwischen harten tastbaren Knoten und bösartigen Tumoren besteht. Mit medizinischen Ultraschallsystemen besteht die Möglichkeit, innere Verschiebungen eines Objektes aufgrund einer äußeren Kraftanregung zu

messen. Die Darstellung von mechanischen Verschiebungen bzw. mechanischen Dehnungen und die Rekonstruktion von Materialparametern aus diesen Feldgrößen ist von wissenschaftlichem Interesse (Elastographie). Die Umsetzung der Ultraschall-Elastographie in eine klinische Untersuchungsmodalität gelang durch ein in Bochum entwickeltes Verfahren, mit dem Zeitverschiebungen hochfrequenter Ultraschallechodaten schnell und zuverlässig geschätzt werden können. Das Verfahren ist jedoch nicht auf spezielle Ultraschallsysteme angewiesen, so dass prinzipiell alle Organsysteme untersucht werden können, die einer konventionellen Ultraschalluntersuchung zugänglich sind. In Bochum wurden zahlreiche Untersuchungen an Prostata-, Brust-, und Hauttumoren durchgeführt, deren Ergebnisse auf einen klinischen Nutzen des Verfahrens deuten. Darüber hinaus ist der Einsatz des Verfahrens bei der intraoperativen Diagnostik von Hirntumoren geplant. Information über die Härte von Gewebe ist jedoch nicht nur in der Tumordiagnostik, sondern auch in der Gefäßdiagnostik von klinischer Relevanz, z.B. bei der Beurteilung von venösen Thromben oder der Differenzialdiagnose von harten bzw. weichen Plaques in Koronararterien. Letztere erfordert den Einsatz von intravaskulären Ultraschallgeräten mit Mittelfrequenzen bis zu 40 MHz. Derzeit wird außerdem untersucht, ob die Ultraschall-Elastographie nicht nur als Untersuchungsverfahren in der Diagnostik, sondern auch als Monitoring-Verfahren bei der Thermotherapie eingesetzt werden kann, um die thermische Zerstörung von Gewebe genauer als bisher zu beobachten und steuern zu können. Als Anwendung im medizinischen und nichtmedizinischen Bereich bietet sich die Ultraschall-Elastographie als Komponente eines haptischen Sensor/Aktor Systems im Rahmen der virtuellen Realität an. Neben den Anwendungsmöglichkeiten und Vorzügen der Ultraschall-Elastographie wird auch auf die Grenzen des Verfahrens bzgl. Kontrast und Auflösungsvermögen mit Hilfe eines theoretischen Modells eingegangen, das die limitierte Genauigkeit des Verfahrens im klinischen Einsatz erklärt.

Mi. 9:20 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Anisotropy, age and gender dependence of cortical bone revealed by quantitative scanning acoustic microscopy

K. Raum, L. Smitmans, J. Brandt

Q-BAM Group, Martin Luther University of Halle-Wittenberg

High resolution scanning acoustic microscopy (SAM) allows to investigate cortical bone at the scale of this basic building unit, the mineralized collagen fibril. The acoustic impedance, which is derived from the part of the wave reflected at the sample surface, has been demonstrated to

be a valuable parameter for the investigation of mechanical functionality of biological and other materials. However, for a reliable impedance estimation at the microscopic scale other contrast influences, e.g. resulting from the surface topography, need to be separated. With the Multi Layer Analysis method it is possible to measure the two-dimensional surface topography and a topographically corrected map of the reflected amplitude at 900 MHz with a spatial resolution of approximately 1 μm . The MLA technique was used to examine the anisotropy, age and gender dependence of lamellar osteon ensembles of human cortical bone, obtained from 17 male and 9 female human cadaver femora at a microscopic scale. The samples were embedded in polymethylmethacrylate (PMMA) and cut in several directions with respect to the long axis of the femur. For each cut six measurements were made under standardized conditions. The mean impedance of 998 MLA's was 3.38 Mrayl (std. 0.37 Mrayl), which is significantly lower than published low frequency values. The angular dependence of impedance exhibited a similar behavior as derived for the Young's modulus from an alternating lamellae model. Statistical analysis of age- and gender specific subgroups showed a general increase of impedance with age.

Mi. 9:45 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Mikromechanische Ultraschallwandler für die medizinische Diagnostik

G. Schmitz

RheinAhrCampus, Remagen

In der medizinischen Ultraschalldiagnostik werden derzeit neue dreidimensionale, bildgebende Verfahren entwickelt, die zweidimensionale Schallwandler-Arrays benötigen. Neue Entwicklungen im Bereich der Mikromechanik zur Herstellung kapazitiver und piezoelektrischer Ultraschallwandler kommen diesem Bedarf entgegen und erlauben gleichzeitig eine leichtere Integration mit der notwendigen Ansteuerelektronik. Der Vortrag stellt die Konzepte der unterschiedlichen Wandlertypen vor und gibt einen Überblick über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet. Die neuen Systeme werden dabei in ihrer Leistungsfähigkeit und Realisierbarkeit mit konventionell hergestellten zweidimensionalen Arraywandlern verglichen.

Mi. 10:10 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Ultraschalldiagnostik - neue Techniken, neue Risiken?

E. Rosenfeld

FH Merseburg

Die Ultraschalldiagnostik gilt aus der Sicht der biologischen Sicherheit in der weitaus überwiegenden Zahl der Anwendungen als ➡

unbedenkliches Verfahren. Der stete technische und methodische Fortschritt, etwa die Erhöhung der Ausgangsleistung bei bestimmten Dopplergeräten oder die Einführung von Kontrastmitteln, erfordert jedoch auch die ständige Begleitung dieser Entwicklung durch die Bioeffektforschung. Der Vortrag soll die biophysikalischen Hintergründe von Ultraschalleffekten *in vitro* und *in vivo* darstellen. Insbesondere wird auf die Risiken durch Wärmeentwicklung und Kavitation eingegangen. Dabei soll auch die Frage diskutiert werden, inwieweit Grenzwerte der Ultraschallexposition geeignet sind, für den Kliniker die Risiko-Nutzen-Abwägung der diagnostischen Behandlung zu erleichtern.

Mi. 10:35 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Tumorthherapie mit hochintensivem Ultraschall

J. Jenne, R. Rastert, G. Divkovic, P. Huber, J. Debus

Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg

Die Wirkung hochenergetischen Ultraschalls auf biologisches Gewebe wird in thermische und nicht thermische, bzw. mechanische Effekte aufgeteilt, wobei die nicht thermischen Effekte hauptsächlich von der Kavitation hervorgerufen werden. Diese beiden grundlegend verschiedenen Wirkungsweisen des Ultraschalls können in der lokalen Tumorthherapie angewandt werden.

Als besonders erfolgversprechend gilt die Therapie mit hochenergetischem fokussiertem continuous wave Ultraschall (HIFU, engl. High Intensity Focused Ultrasound). Aufgrund der exzellenten Fokussierbarkeit von Ultraschallwellen im Bereich von 1-10 MHz ist es hiermit möglich Gewebe vollkommen nicht invasiv, zielgenau im Körperinneren thermisch (55°-90° C) zu zerstören. Die Präzision ist hierbei so hoch, dass die Grenzschicht zwischen induzierter Koagulationsnekrose und nicht behandeltem Gewebe nur einige Zellschichten beträgt. Dieses Verfahren wird daher auch als Ultraschall Chirurgie (FUS, engl. Focused Ultrasound Surgery) bezeichnet.

Für eine solche Therapie kommen grundsätzlich alle leicht durch Ultraschall zugänglichen Organe in Frage. Eine notwendige Voraussetzung einer erfolgreichen Therapie mit FUS ist ein effektives Therapiemonitoring, welches sowohl die Zielvolumendefinition, als auch die Beurteilung des Therapiefortschrittes und des Behandlungsergebnisses erlaubt. Zur Zeit erfolgt diese Überwachung mittels diagnostischen Ultraschalls und der Magnet Resonanz Tomographie (MRT).

Seit einigen Jahren wird die Therapie mit hochenergetischem fokussiertem Ultraschall in mehreren klinischen Studien untersucht; hauptsächlich an benignen und malignen Prozessen der Prostata und Tumoren der Brust, aber auch an der Leber, der Blase und am Auge. Hierbei gibt es

einige vielversprechende Ergebnisse, in denen diese Methode ihr klinisches Potential zeigen konnte.

Mi. 14:00 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Wieviel Schallenergie übertragen Ultraschallchirurgiegeräte mit metallischer Klinge in das Gewebe?

Ch. Koch

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Ultraschallchirurgiegeräte mit metallischer Klinge werden in nahezu allen Gebieten der Chirurgie angewandt. Dabei wird eine Klinge durch einen Ultraschallwandler zu Schwingungen angeregt, die im direkten Kontakt mit dem Gewebe Durchtrennung, Abtragung oder Koagulation hervorruft. Bisher fehlen jedoch gut begründete Modelle der Beschreibung der Wechselwirkung zwischen Klinge und Gewebe. Daraus resultiert, dass über die Schädigungswirkung auf unbeteiligtes Gewebe bzw. andere Körperteile durch die entstehende Wärme und die Schallemission bisher wenig bekannt ist.

Infolge des direkten Kontaktes zwischen Klinge und Gewebe wird Ultraschall in den Körper eingekoppelt. Um mögliche Wirkungen einschätzen zu können, muss das Schallfeld im Körper gemessen werden. Da dies nur sehr schwer durchführbar ist, wurden zunächst Messungen in Wasser durchgeführt, wobei zwei verschiedene Systeme, ein Ultraschallskalpell und ein Phakoemulsifikationsgerät untersucht wurden. Beide Geräte emittierten Schallfelder sehr unterschiedlicher Intensität und Feldstruktur, die jedoch sehr stark von der erzeugten Kavitation abhängen. Um den Einfluss der Kavitation näher bestimmen zu können, wurden Messungen mit zusätzlicher Spülung und in einer hochviskosen Flüssigkeit durchgeführt. Dabei konnte gezeigt werden, dass sich Kavitationsblasen nicht vermeiden lassen und der Effekt der Kavitation in eine Beurteilung des Schädigungspotentials geeignet einbezogen werden muss.

Bei der Anwendung von Ultraschallchirurgiegeräten mit metallischer Klinge treten lokal sehr hohe Temperaturen auf. Um zu klären, inwieweit die Absorption von akustischer Energie im Gewebe zur Erhitzung beiträgt, wurde dieser Vorgang in Relation zu mehreren anderen Prozessen, wie Reibung und Strömungsverluste gesetzt. Dabei konnte gezeigt werden, dass Ultraschallabsorption eine untergeordnete Rolle bei der Erwärmung des Gewebes spielt.

Mi. 14:25 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Therapeutische Anwendungen von intensivem UltraschallRainer E. Riedlinger*Institut f. Höchstfrequenztechnik und Elektronik/Akustik, Universität Karlsruhe*

Seit Einführung der Stosswellenlithotripsie in die klinische Praxis wurden therapeutische Anwendungen von intensivem Schall auf vielen weiteren Gebieten erprobt und befinden sich heute zum Teil im fortgeschrittenen experimentellen Stadium als auch in der klinischen Praxis. Neben der klassischen Nierenlithotripsie wurde die Lithotripsie von Gallen- und Speichelsteinen klinisch eingeführt. Gepulster therapeutischer Schall dient in der Orthopädie zur Behandlung von Pseudarthrosen, anderweitig zur Schmerzlinderung, auch zum Medikamententransfer, zur Thrombolyse und zur Zerstörung maligner Gewebe. Intensive cw-Schallsequenzen dienen zur Erzielung thermischer Wirkungen: zur Koagulation und Gewebsbehandlung. Für die diversen Aufgabengebiete wurden verschiedene elektrohydraulische, elektromagnetische, piezoelektrische, pneumatisch-mechanische Schallsendertypen und Therapiegeräte entwickelt. Hierzu hat sich auch eine spezielle Messtechnik etabliert. Zugleich wurde die Simulation von Schallsendern und der nichtlinearen Schallausbreitung weiter verbessert, so dass es heute z.B. möglich ist, die Eigenschaften von piezoelektrischen Sendern inklusive elektrischer Ansteuerung und nichtlinearer Schall-Fokussierung komplett zu simulieren. Die physikalischen Behandlungs-Parameter (Pulsfolgefrequenz, erzeugte Druck-Zeitverläufe, deren Druck und Zugamplituden, deren statistische Schwankungen etc., oder bei thermisch wirkender cw-Beschallung: Frequenzlage, Kurvenform, theoretischer Wärmeeintrag) können zwar zur technischen Charakterisierung der Geräte dienen, sind indessen aber nur bedingt geeignet, die biologischen mechanischen bzw. thermischen Wirkungen für eine individuelle Behandlungssituation sicher zu prognostizieren, da die Beurteilung der individuellen anatomischen Situation der ärztlichen Einschätzung bedarf und mögliche Kavitationseffekte nur eingeschränkt und nur in situ beobachtet werden können. Anhand von ausgewählten Beispielen zu verschiedenen Therapiesystemen wird der technische Stand und der Umfang der Anwendungen von intensivem Ultraschall beschrieben.

Mi. 14:50 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

Modellierung fokussierender piezoelektrischer Schallsender für therapeutische Anwendungen

T. Dreyer, R. E. Riedlinger

Inst. f. Höchstfrequenztechnik u. Elektronik/Akustik, Universität Karlsruhe

Fokussierende piezoelektrische Schallsender werden seit 1985 in therapeutischen Anwendungen wie der extrakorporalen Stoßwellenlithotripsie (ESWL) und der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) in der Orthopädie eingesetzt. Sie bestehen aus bis zu mehreren tausend einzelnen piezokeramischen Elementen, die auf einer Aluminiumkalotte aufgebracht sind. In der Fokusregion werden nichtlinear aufgesteilte Ultraschallimpulse hoher Amplitude erzeugt. Anforderungen seitens der Gerätetechnik aufgrund neuer therapeutischer Applikationen erfordern jedoch eine Verbesserung bestehender Konfigurationen bzw. kompaktere Sender. Hier wird ein Simulationskonzept vorgestellt, das sowohl die elektrische Ansteuerung, als auch die Struktur des Senders beinhaltet. Kernstück ist dabei die Simulation der piezoelektrischen Senderstruktur mit der Finite Elemente Methode (FEM) im Zeitbereich mit dem Programmpaket CAPA. Durch Symmetriebetrachtungen ist es möglich, ein dreidimensionales Modell zu erhalten, welches sowohl die mechanischen Eigenschaften, als auch die Abstrahlung in angrenzende Medien berechnet. Aufgrund der schwachen Krümmung kann der Sender näherungsweise als eben und unendlich ausgedehnt angesehen werden. Dabei werden auch Sender mit einer geschichteten Anordnung der piezoelektrisch aktiven Elemente simuliert. Die reale elektrische Ansteuerung wird durch eine Berechnung der elektrischen Eingangsimpedanz des Senders und nachfolgender Netzwerkanalyse berücksichtigt. Unter Annahme linearer und ideal fokussierender Schallausbreitung wird mit dem FEM Modell eine elektroakustische Impulsantwort berechnet, die das elektrische Eingangssignal mit dem abgestrahlten Schallpuls verknüpft. Somit wird es möglich, einen gewünschten Schalldruckverlauf im Fokus vorzugeben und daraus die notwendige elektrische Ansteuerung zu berechnen. Die Simulationsergebnisse zeigen dabei eine gute Übereinstimmung mit Messungen. Weiterhin werden Möglichkeiten zur Beeinflussung bestimmter Parameter des Schallsignals diskutiert, wie zum Beispiel der Zuganteil reduziert werden kann.

Mi. 15:15 Uhr Raum FO 8

Ultraschall in der Medizin

FDTD-Simulationsprogramm zur Berechnung von Ultraschallausbreitung und KavitationMarko Liebler*Institut für Höchstfrequenztechnik und Elektronik / Akustik, Universität Karlsruhe*

Bei Betrachtungen zur mechanischen Wechselwirkung von Ultraschallwellen mit biologischem Gewebe spielen Kavitationseffekte eine wesentliche Rolle. Dies gilt sowohl für therapeutische, als auch für diagnostische Anwendungen. Insbesondere im Hinblick auf zunehmend leistungsfähigere diagnostische Ultraschallgeräte oder den Einsatz von Ultraschallkontrastmitteln. Es gibt therapeutisch oder diagnostisch erwünschte Effekte, wie etwa die Unterstützung der Nierensteinzertrümmerung in der Lithotripsie oder die Kontrasterhöhung bei der Bildgebung. Andererseits kann die Dynamik gas- oder dampfgefüllter Kavitationsblasen auch zu unerwünschten Nebenwirkungen führen.

Gegenstand dieser Arbeit ist ein Simulationsprogramm zur Berechnung der nichtlinearen Ultraschallausbreitung unter Berücksichtigung von Kavitationseffekten. Die Schallausbreitung wird hierbei durch die numerische Umsetzung der hydrodynamischen Grundgleichungen mittels eines FDTD-Algorithmus berechnet. Die nichtlineare Dynamik der durch den Ultraschall hervorgerufenen Kavitationsblasen wird durch eine eindimensionale sphärische Bewegungsgleichung für den Blasenrand beschrieben und numerisch mit einem Runge-Kutta-Verfahren höherer Ordnung umgesetzt. Ueber eine Betrachtung des Blasenradius als volumengemittelte Feldgröße für die Schallausbreitung sollen beide Modelle gekoppelt werden. Damit wird es möglich, die komplexe Wechselwirkung von Ultraschallausbreitung und kavitierenden Blasenfeldern zu untersuchen.

Mi. 16:05 Uhr Raum FO 8

Virtuelle Akustik

Untersuchungen zum Einfluss von Reflexionen bei der ÜbersprechkompensationTobias Lentz*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Zur naturgetreuen Wiedergabe von binauralen Signalen über Lautsprecher wird ein System zur Übersprechkompensation benötigt. Ein solches System bewirkt, dass sich an den Ohren des Zuhörers die übersprechenden Signalanteile (Signal vom rechten (linken) Lautsprecher am linken (rechten) Ohr) auslöschen. In dieser Untersuchung wird das im Institut für Technische Akustik entwickelte System zur dynamischen Kompensation verwendet, welches laufend, abhängig von der aktuellen

Position des Zuhörers, ein gültiges Filter erzeugt (vorgestellt auf der DAGA 02). Die Filter werden aus HRTFs berechnet, die im System als Datenbank gespeichert sind. Reflexionen des Raumes werden zur Zeit nicht berücksichtigt, es wird also eine ideal reflexionsfreie Umgebung vorausgesetzt. In der Anwendung ist es allerdings nicht immer möglich, eine solche Umgebung zu realisieren. Beim Einsatz in VR-Umgebungen sind beispielsweise die Projektionsflächen für die visuelle Darstellung unvermeidbar. Aus diesem Grund ist es wichtig, den Einfluss der Reflexionen auf die Kanaltrennung bei der Übersprechkompensation zu untersuchen und zu beschreiben. Zunächst wird die Beeinträchtigung der Kanaltrennung ausgehend von einer Freifeldumgebung durch Einbringen einzelner reflektierender Elemente messtechnisch untersucht. Im Anschluss werden Hörtests zur subjektiven Beurteilung durchgeführt.

Mi. 16:30 Uhr Raum FO 8

Virtuelle Akustik

Welche Rechenleistung wird für die Echtzeit-Implementation von Virtueller Akustik benötigt?

Andreas Silzle

Ruhr-Universität Bochum

Bei der Programmierung einer echtzeitfähigen dreidimensionalen Tonwiedergabe über Kopfhörer oder Lautsprecher ist auf eine sehr effiziente Implementierung zu achten. Hier soll ein Überblick über die benötigten Teilalgorithmen und die dafür benötigte Anzahl von Rechenoperationen am Beispiel einer PC-Implementation gegeben werden. Es werden die wichtigsten Parameter (Ordnung der Spiegelschallquellen, Filtertyp und -länge) angegeben, sowie deren Einfluss auf die Gesamtrechenzeit dargestellt. Diese Parameter werden in Zusammenhang mit der zu erwartenden Qualität der Wiedergabe gesetzt.

Mi. 16:55 Uhr Raum FO 8

Virtuelle Akustik

A study of the perceptual changes caused by sound-source occlusion

H. Farag**, J. Blauert*, O. Abdel Alim**

**Institut für Kommunikationsakustik Ruhr-Universität Bochum, **Department of Electrical Engineering - Faculty of Engineering, Alexandria University*

For realistic sound-rendering in complex auditory virtual environments to be achieved, sound-source occlusion should be accounted for. Yet, the accurate analytic modelling of occluders is computationally expensive and hence, in order to achieve a simplified model, the changes in psychoacoustical parameters accompanying the perception of sound-source

occlusion have to be identified and understood. The tone-coloration caused by the occlusion and the effect of the sound-source occlusion on the position of the auditory events of the listeners are two important parameters that have to be studied. Impulse response measurements, recorded under anechoic conditions, are used, in which rectangular wood plates of different dimensions are used to represent the occluders.

Mi. 17:20 Uhr Raum FO 8

Virtuelle Akustik

Simulation von verteilten Schallquellen in einer interaktiven auditiven virtuellen Umgebung

Pedro Novo, Noha Korany

Institute of Communication Acoustics, Bochum

In auditiven virtuellen Umgebungen ist es möglich einige Dutzend Schallquellen in Echtzeit zu simulieren (auf einem Standard-PC). Für eine größere Anzahl von verteilten Schallquellen (Menschenmengen, Straßenverkehr, o.ä.) ist es notwendig, eine Optimierung zur Reduzierung der Rechenleistung vorzunehmen. Der hier entwickelte Algorithmus basiert auf der Gruppierung von Schallquellen. Der Einfluss verschiedener Außenohrübertragungsfunktionen (HRTF) für die binaurale Simulation wurde untersucht. Es wird gezeigt, dass das Modell eine deutliche Reduzierung der zu rechnenden Schallquellen erlaubt, ohne dass diese Reduzierung wahrgenommen wird.

Mi. 8:30 Uhr Raum AS

Messtechnik I

Ein alternatives Konzept zur Realisierung eines wetterfesten digitalen Messmikrofons mit hoher Dynamik

R. Müller, P. Holstein

SINUS Messtechnik GmbH, Leipzig

Hochwertige Messmikrofone basieren heute üblicherweise auf Kondensator-Mikrofonkapseln in der seit Jahrzehnten bewährten Niederfrequenzschaltung. Übliche Kapazitäten der Mikrofonkapseln in der Größenordnung von höchstens einigen zehn pF erfordern den Einsatz von Impedanzwandlern mit Eingangswiderständen im Gigaohm-Bereich, um eine genügend tiefe untere Grenzfrequenz zu erreichen und die elektrischen Verzerrungen zu minimieren. Bereits geringste Verschmutzungen und Feuchtigkeit können somit erhebliche Messfehler verursachen. Das hier vorgeschlagene Konzept verfolgt einen anderen Ansatz, der die Digitalisierung der Messwerte prinzipiell einschließt. Obwohl weiterhin konventionelle Mikrofonkapseln verwendet werden, treten keine hohen Impedanzen auf. Daraus folgt die verbesserte Resistenz gegenüber Umwelteinflüssen, die dadurch weit weniger in das Ergebnis eingehen. Es bietet sich besonders der Einsatz

im Außenbereich an. Eine weitere Motivation besteht darin, dass die vorgeschlagene Lösung einen großen Dynamikbereich ermöglicht. Die Notwendigkeit einer Messbereichsumschaltung entfällt. Anhand von Simulationen werden die theoretisch erreichbaren Eigenschaften gezeigt und der Einfluss von Bauelementetoleranzen und Drift diskutiert. Erste Messergebnisse vervollständigen die Darstellung. Die praktische Ausführung nach AES42 ist unproblematisch.

Mi. 8:55 Uhr Raum AS

Messtechnik I

Akustische Fluzeugerkennung mit neuronalen Netzwerken

M. Brechbühl, P. Weyermann

Norsonic Brechbühl AG, Grünenmatt (Schweiz)

Die akustische Überwachung von Fluglärm in der Umgebung von Regionalflugplätzen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Da bei solchen Anlagen keine Radardaten zur Verfügung stehen, wird eine Zuordnung von Lärmereignissen zu Flugbewegungen auf akustischer Basis angestrebt. Seit einiger Zeit stehen dazu akustische Messgeräte zur Verfügung, die sämtliche auftretenden akustischen Ereignisse automatisch erfassen und analysieren. Als Ergebnis solcher Analysen stehen Terzspektren als Funktion der Zeit zur Verfügung (Multispektren). Da die akustischen Parameter bei der Erfassung dieser Multispektren räumlich und zeitlich sehr stark schwanken können, versagen konventionelle Methoden zur Zuordnung von Multispektren zu Luftfahrzeugklassen. Deshalb wurde für diese Aufgabe der Einsatz lernfähiger neuronaler Netzwerke untersucht. Die Untersuchung zeigte, dass solche Netzwerke nach einer Lernphase fähig sind, Flugzeuggeräusche automatisch zu erkennen und einer Klasse (z.B. Kolbenmotor, Jet, Turboprop, Helikopter usw.) zuzuordnen. Ein solches System wurde anschliessend implementiert und während längerer Zeit in der Nähe eines Regionalflughafens betrieben. Das System besteht aus einem leistungsfähigen Schallanalysator, welcher von einem Rechner gesteuert wird. Auf dem Rechner werden die akustischen Kenndaten aus dem gemessenen Multispektrum extrahiert und als Eingangsdaten dem neuronalen Netzwerk zugeführt. Mithilfe des Netzwerkes wird anschliessend entschieden, ob das akustische Ereignis von einem Flugzeug stammt. Falls ja, erfolgt eine Zuordnung zu einer Flugzeugklasse. Durch eine Parallel-Beobachtung der Flugbewegungen wurden in mehreren Schritten die verwendeten Algorithmen überprüft und verbessert, sodass am Schluss eine befriedigende Erkennungsrate der verschiedenen Flugzeugarten resultierte.

Mi. 9:20 Uhr Raum AS

Messtechnik I

Bestimmung und Berücksichtigung der Messunsicherheit in der betrieblichen PraxisL. Schmidt, D. Sagemühl

Bayer AG

Grundsätzlich ist aus messtechnischer Sicht ein Messwert nur unter Angabe der Messvorschrift einerseits und der Messunsicherheit andererseits vollständig. Mit beiden Themen beschäftigen sich Normen und Richtlinien. In den Niederrheinwerken der Bayer AG müssen im Rahmen des Schall-Immissions-schutzes jährlich etwa 3000 - 4000 Quellen gemessen und im Rahmen des Schall-Arbeitsschutzes für etwa die gleich Anzahl Arbeitnehmer in Betrieben und Werkstätten der Lärm am Arbeitsplatz bestimmt werden. Darüber hinaus werden 11 Messstationen im Umfeld der Standorte betrieben, für deren Messwerte eine Messunsicherheit zu bestimmen ist. Ausgehend von den oben erwähnten Normen und Richtlinien wurden bei der Bayer AG Vorgehensweisen entwickelt, die geeignet erscheinen, Aussagen zur Messunsicherheit zu erhalten, ohne dass der Aufwand hierfür in nicht mehr vertretbare Größenordnungen steigt.

Mi. 9:45 Uhr Raum AS

Messtechnik I

Sound- und Mustererkennung unter Nutzung von Spracherkennungs-TechnologienDiane Hirschfeld*, Rüdiger Hoffmann**, Peter Holstein, Michael Koch***

voice INTER connect GmbH, Dresden, **Institut für Akustik und Sprachkommunikation der TU Dresden, *Sinus Messtechnik GmbH, Leipzig*

Für vielfältige Klassifikations- und Diagnoseaufgaben (Qualitätskontrolle von Bremsbelägen, Überwachungsaufgaben z.B. Detektion von Störzuständen in Getrieben, Sound-Design technischer Geräte und Kfz, usw.) werden heutzutage akustische Signale eingesetzt. Die eigentliche Aufgabe der Klassifikation ist jedoch zumeist noch an menschliche Experten gebunden, die mit langjähriger Erfahrung die zu beobachtenden Signale auditiv bewerten und daraus auf den Systemzustand schließen können. Aus akustischer Sicht ist das menschliche Gehör jedoch keineswegs optimal an solche Aufgaben angepaßt, da es nur Signalkomponenten im Bereich des Hörschalles erfassen kann, und bezüglich der Frequenzauflösung und der zeitlichen Auflösung beschränkt ist. Technische Systeme sind für solche Klassifikationsaufgaben sehr gut geeignet, da sie hinsichtlich der Merkmalsdetektion beliebig genau an das Problem angepaßt werden können, reproduzierbare Ergebnisse

liefern und keine Ermüdungserscheinungen aufweisen. Unter bestimmten Bedingungen ist eine objektivierte Klassifizierung und Erkennung auch unter akustisch rauen Bedingungen von großer praktischer Relevanz. Die Sprach- und Mustererkennung stellt Standard-Algorithmen für die Objektbeschreibung und Klassifikation zeitlich veränderlicher akustischer und optischer Muster zur Verfügung, aus denen je nach Schwierigkeitsgrad der Klassifikationsaufgabe (Merkmalsgewinnung, Musterstruktur, geforderte Robustheit) die geeignetsten zusammengestellt werden können. Der Beitrag beschreibt anhand von Beispielen (Vogelstimmen-Erkennung, Klassifikation von Bremsgeräuschen) die erfolgreiche Anwendung von Spracherkennungsverfahren zur Klassifikation akustischer Signale.

Mi. 10:10 Uhr Raum AS

Messtechnik I

Vergleich von Methoden zur Qualifikation reflexionsarmer Räume

V. Wittstock, C. Bethke

PTB Braunschweig

Nach dem derzeitigen Stand der Normung kann mit zwei verschiedenen Methoden festgestellt werden, ob in einem Messraum annähernd Freifeldbedingungen vorliegen. Beim ersten Verfahren wird der Schalldruckverlauf in Abhängigkeit vom Abstand von einer Punktschallquelle gemessen. Liegen die so ermittelten Schalldrücke innerhalb einer Toleranz um den theoretisch im Freifeld zu erwartenden Verlauf, so können in dem durch die Messpfade aufgespannten Raumvolumen Schallleistungsbestimmungen nach dem Schalldruckhüllflächenverfahren in der Genauigkeitsklasse 1 durchgeführt werden, d.h. dieses Raumvolumen ist als hinreichend reflexionsarm qualifiziert. Beim zweiten Verfahren wird hingegen lediglich eine konkrete Schallfeldsituation betrachtet, die sich aus der Kombination von Quelle und Messraum ergibt. Gemessen werden die Schalldruckmittelwerte auf unterschiedlich großen Hüllflächen. Weichen die aus den verschiedenen Schalldruckmittelwerten berechneten Schallleistungen weniger als 0,5 dB voneinander ab, so qualifiziert sich das Messergebnis ohne weitere Umgebungskorrektur mit der Genauigkeitsklasse 1. Bei Abweichungen von mehr als 0.5 dB ist dagegen eine Umgebungskorrektur durchzuführen. Ist diese Korrektur kleiner als 2 dB, so ergibt sich Genauigkeitsklasse 2, bei noch größeren Korrekturen Genauigkeitsklasse 3. In der vorgestellten Untersuchung werden Ergebnisse aus beiden Verfahren, die im gleichen Messraum gewonnen wurden, miteinander verglichen. Insbesondere wird untersucht, ob es möglich ist, verschieden großen Raumvolumen unterschiedliche Genauigkeitsklassen zuzuordnen und wie dies mit den beiden derzeit gebräuchlichen Verfahren erfolgen kann.

Mi. 10:35 Uhr Raum AS

Messtechnik I

Hochabsorbierende Räume - eine Alternative zu reflexionsarmen Schallmessräumen?Hans-Joachim Milz*Firma G+H Schallschutz*

Hochabsorbierende Räume sind mit Flachabsorbern ausgekleidete Schallmessräume. Sie finden neben den klassischen mit Keilabsorbern ausgekleideten Räumen mehr und mehr Verbreitung. In Fachaufsätzen liest man von Messgenauigkeiten der Klasse 1 auch bei sehr tiefen Frequenzen (20 Hz) bei Auskleidungstiefen von nur 250 mm.

Die Leistungsfähigkeit dieser Räume, aber auch ihre Grenzen, werden in dem Vortrag beschrieben. Bewertungsmaßstab sind die beiden Schallleistungsmessnormen ISO 3745 für die Genauigkeitsklasse 1 und ISO 3744 für die Genauigkeitsklasse 2.

Die Frage, wie sich hochabsorbierende Räume allgemein bzw. die für Messungen verwendbaren Messvolumina und Messflächen qualifizieren lassen, wird diskutiert. Qualifizierungsergebnisse werden anhand realer Räume dargestellt und erläutert.

Mi. 14:00 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Primary vibration calibration by laser interferometry - requirements, problems and first experience with a new calibration systemUwe Bühn, Holger Nicklich*SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH Dresden, Germany*

Primary vibration calibration according to ISO 16063 can be carried out in several ways using different methods. Because of the wide frequency range and the possibility to calibrate sensitivity magnitude and phase, method 3 of part 21 of the international standard is mostly used in practice. Several requirements for components, system integration and control of the system must be met to achieve the goals of the standard and obtain low uncertainties in measurement and calibration. Illustrated by the CS18P primary calibration system of SPEKTRA, the main requirements, special problems and well-investigated solutions will be discussed. It will be shown that the all-digital vibrometer of Polytec plays an important part but, in addition to that, system integration and optimization of all components must be implemented with great care by calibration specialists. Our paper comes to the conclusion that, for primary calibration, high quality components alone will not be enough. It is necessary to integrate these components in an optimized system that takes into consideration all requirements and influences and so allows to reduce the uncertainties of the calibration procedure to the lowest possible values.

Mi. 14:25 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Practical aspects of successful Laser Doppler Vibrometry based measurements

B. Ginn, K. Gatzwiller

Brüel & Kjær Sound and Vibration A/S

Laser Doppler Vibrometry provides for highly accurate and versatile non-contact vibration transduction in applications where it is impossible or undesirable to mount a vibration transducer onto a vibrating object. Typical applications include vibration measurements on: rotating surfaces, targets submerged in water, lightweight structures, remote targets and targets behind layers of glass. Use of Laser Doppler Vibrometry in such applications requires attention to a number of practical issues that are of paramount importance for a successful result. This paper will discuss these issues in detail and show how to deal with them such that measurement accuracy, precision and reliability are maximized. Furthermore, practical single point Laser Doppler Vibrometry applications will be used to highlight the theoretical discussions.

Mi. 14:50 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Gehörschäden durch Kuscheltiere? Spielzeuge als 'ohrnahe Schallquellen'

Thomas Fedtke

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Im Rahmen der Produktsicherheit von Spielzeugen gelangt auch eine mögliche Gehörgefährdung durch von ihnen ausgehende Schallemissionen in den Blickpunkt. Viele Spielzeuge sind vom akustischen Standpunkt aus als sog. 'ohrnahe Schallquellen' zu betrachten, bei denen die Interaktion zwischen dem Schallerzeuger und dem Ohr meßtechnisch berücksichtigt werden muß, um aussagekräftige Meßwerte zu erhalten. Ferner existieren verschiedene Bezüge für die zulässigen Immissionspegel (Trommelfellpegel, freifeldäquivalente Pegel, etc.) Stand und Tendenzen der Meßtechnik und des zugehörigen Normenwerkes werden an Hand von Beispielen erläutert.

Mi. 15:15 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Akustische Impedanzmessungen in der Hörgerätetechnik

Alfred Stirnemann*, Hansrudolf Graf**

**Phonak AG, Stäfa (Schweiz), **Sulzer Innotec AG, Winterthur (Schweiz)*

Bei der Entwicklung elektroakustischer Systeme, beispielsweise Hörgeräten, ist die Kenntnis der akustischen Impedanz einzelner ➡

Komponenten oder ganzer Teilsysteme von grossem Nutzen. Auf dem Markt existieren keine käuflichen Messgeräte welche zu diesem Zwecke eingesetzt werden könnten. Zwar gibt es verschiedene Apparaturen aus dem Audiologiebereich und der medizinischen Diagnostik, welche impedanzähnliche Grössen liefern, aber bezüglich Frequenzbereich und Genauigkeit der gemessenen komplexen Impedanzen die Anforderungen an ein zeitgemässes Messsystem nicht erfüllen.

Aus diesem Grunde wurde ein Real - Time - Messverfahren entwickelt und auf einem PC in MATLAB realisiert. Ausgehend vom Thevenin - Ansatz wurde zuerst ein äquivalenter Transfer - Matrix - Ansatz hergeleitet, welcher eine Hörer - Mikrophon - Konfiguration beschreibt. Um auch die Übertragungseigenschaften eines in der Praxis erforderlichen Ankopplungsvolumens zu modellieren, wurde dieser Ansatz zu einem verallgemeinerten Modell erweitert. Die Parameter dieses Modells können mittels bekannter Kalibrierimpedanzen durch auflösen eines überbestimmten Gleichungssystems bestimmt werden.

Die erreichten Daten des realisierten Gerätes sind: Frequenzbereich: 100 - 6k Hz, absolute Genauigkeit ca. ± 3 dB, Wiederholbarkeit ± 1 dB, Dynamikbereich bei 1kHz: ca. 60 dB (Volumen von 0.01 - 10 ccm), Kalibrierung mit 3 Volumen- und 3 Röhrchenelementen. Die Anwendungen sind vielfältig: Messung des akustischen Widerstandes von porösen Materialien, Eigenschaften akustischer Grundelemente wie Schläuche und Volumen und deren Kombination, akustisches Verhalten von Membranen, Ausgangsimpedanz von elektroakustischen Wandlern.

Die Erfahrungen aus den erzielten Resultaten und dem zugrunde liegenden universellen theoretischen Modell lassen sich in Zukunft auch auf weitere Anwendungen übertragen wie etwa die Identifikation allgemeiner elektroakustischer Zweitore.

Mi. 15:40 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Kundtsches Rohr mit örtlicher Schallfeldabtastung durch ortsfeste Mikrofone

Thomas Dietrich, Ennes Sarradj

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Im Beitrag wird ein Kundtsches Rohr zur Messung von Wandimpedanz und Absorptionsgrad für den Frequenzbereich von 200 Hz - 1600 Hz vorgestellt. Zur Messung wird eine neuentwickelte Methode angewandt, die auf einer örtlichen Abtastung des Schallfeldes mit mehreren ortsfesten Mikrofonen beruht. Aufbauend auf einer Literaturstudie über bereits praktizierte Messmethoden zur Absorptionsgradmessung im Rohr mit einem, zwei und mehr Mikrofonen, geht die Theorie von

der Beschreibung des Schallfeldes im Rohr durch Schalldruckpegelmesswerte an einzelnen Orten aus. Die mit Hilfe der Theorie gewonnenen Erkenntnisse erlauben die gezielte Auslegung des Messrohrs, so z.B. die günstige Positionierung der einzelnen Mikrofone im Rohr unter dem Gesichtspunkt des Aufwandes und eines minimalen Fehlers. Bei der Messung wird aus den an den jeweiligen Mikrofonstandorten frequenzabhängig gemessenen Schalldrücken mit Hilfe einer mathematischen Optimierungsmethode die im Messrohr entstandene Schalldruckkurve rechnerisch rekonstruiert und somit die gesuchten akustischen Kenngrößen Wandimpedanz und Absorptionsgrad gewonnen. Die Anregung des Schallfelds durch einen Lautsprecher sowie Aufnahme und Auswertung der Messwerte werden mit Hilfe eines Computers realisiert.

Mi. 16:05 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Mikrofonarraymessungen für aeroakustische Untersuchungen

A. Zeibig, D. Richter, A. Witing

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Im Rahmen des DFG-geförderten Forschungsprojektes SWING+ (Simulation of Wing-Flow Noise Generation) werden numerische Simulationen der Schallentstehung an überströmten Hinterkanten durchgeführt. Zur Validierung dieser Simulationen ist die Lokalisation der Schallquellen an einem realen Modell notwendig. Ein hervorragendes Messinstrument zur Ortung von Schallquellen stellt ein Mikrofonarray mit Beamformingtechnologie dar. Der Aufbau eines solchen Arrays ist stark von den jeweiligen Messobjekten und Anforderungen abhängig. Deshalb ist die Anschaffung eines auf die speziellen Messanforderungen abgestimmten kommerziellen Arrays nahezu unmöglich und es musste ein eigenes Array entwickelt werden. In diesem Vortrag werden zunächst die besonderen Anforderungen an aeroakustische Messungen mit Mikrofonarrays dargelegt. Aufbauend darauf wird die Konzeption des neu entwickelten Arrays vorgestellt. Es werden Übertragungsfunktionen und Ergebnisse der ersten Messungen mit dem neu entwickelten Array gezeigt. Dabei werden sowohl typische Schallstrahlermodelle (Punktmonopol, Punktdipol) als auch reale aeroakustische Modelle (Hinterkanten von dünner ebener Platte und NACA0012-Profil) vermessen.

Mi. 16:30 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Auf dem Weg zu einem akustisch regelbaren StrömungswiderstandJakob Großer, Dirk Ronneberger*Drittes Physikalisches Institut der Universität Göttingen*

Luftdurchströmte Kanalstücke mit resonanzartiger Wandauskleidung verstärken Schall bei Frequenzen oberhalb der Resonanzfrequenz. Damit einher geht ein Druckabfall, der mit der Amplitude der einfallenden Welle anwächst. Wir vermuten, daß diese Verstärkung durch eine stromab laufende hydrodynamische Mode verursacht wird.

Die Modellierung dieses Effektes erweist sich als schwierig. Die Betrachtung von Dispersionsbeziehungen einfacher Modelle kann die Lage des Frequenzbandes, in dem Schall verstärkt wird, offenbar nicht erklären.

Mit einer Streurechnung und der numerischen Simulation einer turbulenten Kanalströmung sollen die gemessenen Transmissions- und Reflektionsfaktoren mit dem Ziel nachgebildet werden, diesen Verstärkungseffekt für einen akustisch steuerbaren Strömungswiderstand zu nutzen.

Mi. 16:55 Uhr Raum AS

Messtechnik II

Ein neues Stehwellenrohr zur Messung akustischer Materialeigenschaften in WasserE. Schmidtke*Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik*

Das Kundt'sche Rohr ist eine Standardmethode zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Gasen und der Materialeigenschaften von Luftschallabsorbern. Die Methode fußt auf dem großen Impedanzsprung vom Gas zum Rohrabschluß, der als schallhart genähert werden kann.

Sind jedoch die akustischen Eigenschaften eines relativ zu Luft fast schallharten Materials von Interesse, so ist ein mit Wasser gefülltes Rohr geeigneter, da der Unterschied der Wellenwiderstände zwischen Probe und Fluid geringer ist. Der Unterschied der Wellenwiderstände zwischen Wasser und Rohrwand wird jedoch auch geringer, so dass ein ideales Stehwellenrohr nicht mehr realisierbar ist.

Ausgehend von dem bereits vorgestellten Stehwellenrohr [1] wurde ein neues entwickelt, mit dem die bekannten Schwierigkeiten des alten Rohres umgangen werden sollen. Über neue Probleme bei der Durchführung der Experimente und erste Ergebnisse soll berichtet werden.

[1] Ehrlich, J.: Messung akustischer Materialeigenschaften mit einem Wasserschallrohr nach dem Stehwellenprinzip, Fortschritte der Akustik, 682-683, DAGA 2000

Mi. 8:30 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Effiziente Schallabstrahlungsberechnung mit der BEM und interpolierten akustischen TransferfunktionenO. von Estorff, O. Zaleski*TU Hamburg-Harburg*

Bei der numerischen Untersuchung akustischer Fragestellungen kommt häufig die Boundary-Elemente-Methode (BEM) zum Einsatz. Sie zeichnet sich durch eine Reihe von Vorteilen aus, zu denen insbesondere die implizite Erfüllung der Sommerfeldschen Abstrahlbedingung und eine im Vergleich zu der akustischen FEM deutlich kleinere Anzahl erforderlicher Freiheitsgrade zählen. Die physikalischen Vorgänge innerhalb eines akustischen Gebietes werden bei der BEM nur durch die Größen auf dessen Berandung beschrieben, so dass die bei der FEM notwendige 3D-Diskretisierung des Gebietes selbst entfällt. Nachteilig in Bezug auf die Anwendung der BEM ist die Tatsache, dass die Matrizen der zu lösenden Gleichungssysteme vollbesetzt und in einigen Fällen auch nicht symmetrisch sind, was eine schnelle Berechnung der BEM-Modelle erheblich erschwert. Methoden zur Steigerung der Effektivität stehen daher bei vielen aktuellen BEM-Entwicklungen im Vordergrund. Ein viel versprechender neuer Ansatz zur Beschleunigung einer BEM-Simulation sind Akustische Transferfunktionen (ATF). Hierbei handelt es sich um frequenzabhängige Übertragungsfunktionen, die einen Zusammenhang zwischen der Oberflächenschnelle einer schallabstrahlenden Struktur und dem Schalldruck in einem Feldpunkt darstellen. Die Vorzüge ihrer Anwendung resultieren grundsätzlich daraus, dass in Modellen mit bekannten ATF die teure BEM-Berechnung für eine beliebige Verteilung der Oberflächenschnelle durch eine Multiplikation zweier Matrizen ersetzt werden kann. In dem gegenwärtigen Beitrag wird eine Vorgehensweise vorgestellt, mit der sich ATF/BEM-Berechnungen deutlich beschleunigen lassen. Sie beruht auf einer Kombination der indirekten BEM mit einer speziellen Formulierung der Quellsimulationstechnik. Das Ergebnis ist ein Interpolationsverfahren, mit dem vor allem die Berechnung größerer Frequenzbereiche deutlich effizienter durchgeführt werden kann. Die vorgeschlagene Vorgehensweise wird anhand von repräsentativen Beispielen erläutert.

Mi. 8:55 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Schallstrahleridentifikation mit der RandelementmethodeB. Nolte*Universität der Bundeswehr Hamburg, Institut für Mechanik*

Das selbst entwickelte Randelementprogramm BEMCUP-3D löst strukturdynamische Aufgabenstellungen und akustische Fragestellungen sowie Fluid-Struktur-Wechselwirkungsphänomene im Frequenzbereich. Dieses Programm gestattet die Ausgabe der Systemmatrizen. Mit diesen Systemmatrizen wird das Inverse Problem der Akustik ,ohne' Invertierung von Matrizen angegangen. Die Hüllfläche (Messfläche), die den beliebig geformten Strahler vollkommen umschließt, wird mit den entsprechenden Druckdaten aufgrund einer gegebenen Schallquelle im Inneren belegt und anschließend wird mit diesen Daten das Außenraumproblem behandelt. So ist sichergestellt, dass die entsprechenden Schallschnellewerte auf der Hüllfläche des korrespondierenden Außenraumproblems gleichzeitig diejenigen des Schallstrahlers sind. Im Weiteren wird der Bereich zwischen Schallstrahler und Hüllfläche als eine gemeinsame Struktur aufgefasst (Innenraumproblem). Die Vorgaben sind Druck- und Schnellewerte auf der äußeren Fläche. Ein Algorithmus stellt sicher, dass die Systemmatrizen so umpartitioniert werden, dass nach Gleichungslösung die unbekannten Druck- und Schnellewerte des Schallstrahlers im Lösungsvektor stehen. Untersuchungen an einfachen Schallstrahlern ermöglichen es, die Empfindlichkeit hinsichtlich der Stabilität zu untersuchen. Parameterstudien zum Abstand Hüllfläche und Schallstrahler sowie Geometrie des Schallstrahlers ermöglichen eine optimale Positionierung der Hüllfläche.

Mi. 9:20 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Aspekte der Burton-Miller-Methode zur Behandlung der kritischen Frequenzen iterativer Boundary-Elemente-VerfahrenM. Ochmann, A. Osetrov*TFH Berlin University of Applied Sciences*

Mit Hilfe der Boundary-Elemente-Methode (BEM) kann die Schallabstrahlung von geometrisch sehr komplexen und realitätsnahen Strukturen berechnet werden. Es treten jedoch kritische Frequenzen auf, bei denen die BEM keine eindeutige Lösung liefert. Zur Regularisierung der BEM bei diesen Frequenzen kann die Burton-Miller-Methode verwandt werden, welche die ursprüngliche Integralgleichung mit der in Normalenrichtung differenzierten Gleichung koppelt. Bei der numerischen Realisierung dieses Verfahrens treten folgende Fragen auf:

1. Wie kann der Kopplungsfaktor am besten für beliebige Strukturen und einen ausgewählten Frequenzbereich gewählt werden? 2. Auf welche Weise kann der auftretende hypersinguläre Integraloperator am geeignetsten regularisiert und numerisch ausgewertet werden? 3. Harmonisiert die Burton-Miller-Methode mit iterativen BE-Lösern? 4. Welche Vorteile bzw. Nachteile besitzt die Burton-Miller-Methode gegenüber der von Schenck vorgeschlagenen CHIEF-Methode? Diese Fragen sollen sowohl theoretisch als auch an ausgewählten numerischen Beispielen der Schallabstrahlung von schwingenden Körpern studiert werden.

Mi. 9:45 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Eine BEM-Toolbox zur Berechnung der Schallabstrahlung schwingender Strukturen vor Hindernissen und über absorbierendem Boden

H. Brick, M. Ochmann

Technische Fachhochschule Berlin, FB Mathematik - Physik - Chemie

Im Forschungsprojekt „Virtuelle Optimierung von Schallschutzmaßnahmen“ wird auf der Grundlage der Boundary-Elemente-Methode ein Simulationstool entwickelt, um die Schallabstrahlung von komplex geformten, schwingenden Strukturen im dreidimensionalen Raum zu berechnen und die Schallausbreitung über akustischen Barrieren und Böden endlicher Impedanz zu simulieren. Während der Einfluss eines schallharten oder schallweichen Bodens durch eine einfache Modifikation der Greenschen Funktion umgesetzt werden kann, muss bei einem Boden endlicher Impedanz das Problem der unterschiedlichen Symmetrien der einfallenden sphärischen Welle und der ebenen Form des Bodens gelöst werden. Daher ist es nicht mehr möglich, eine geeignete Greensche Funktion auf elementarem Wege zu finden. Zur Lösung dieses Problems werden in der Literatur zahlreiche Näherungslösungen angegeben. Verschiedene dieser Ansätze werden untersucht und auf ihre Eignung für den Einsatz in der BEM-Toolbox hin geprüft. Für ausgewählte Beispiele schwingender Strukturen wird der Frequenzgang der Schallabstrahlung, die Richtcharakteristik des abgestrahlten Schallfeldes sowie der Einfluss einer akustischen Barriere und des absorbierenden Bodens auf die Schallausbreitung vorgestellt.

Mi. 10:10 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

BEM-Berechnung der Schallstreuung an Testobjekten in Wasser und im SedimentAnton Homm, Dieter Brecht, Harald Peine*Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik*

Zur Zeit befinden sich SONAR Verfahren in der Entwicklung, deren Zielsetzung das Auffinden von versandeten Körpern ist. Dies erfordert die Kenntnis der akustischen Rückstreuungseigenschaften der Objekte, je nach dem ob sie sich frei in der Wassersäule befinden oder im Sediment eingesunken sind. Von der FWG wurden Kugeln und zylindrische Strukturen mit Hilfe eines experimentellen Sedimentsonars (EX-SESO) auf dem Wehrforschungsschiff PLANET in der Ostsee untersucht. Mit einem iterativen BEM-Verfahren, FIELD, das im Auftrag der FWG für diese Art Anwendungen weiterentwickelt und angepasst worden ist, wurden entsprechende Berechnungen durchgeführt. Die akustischen Reflexionseigenschaften der Objekte in Wasser bzw. im Sediment wurden in Form von relativen Eingangsimpedanzen berücksichtigt. Der Frequenzbereich erstreckte sich von 15 bis 25 kHz, was Helmholtzzahlen von ca. 30 bis 60 entspricht. Dabei handelt es sich um erste numerische Abschätzungen, da bei diesem Verfahren weder die Frequenzbandbreite der verwendeten Signale, noch die Materialeigenschaften der Strukturen direkt berücksichtigt werden können. Den numerischen Berechnungen werden erste experimentelle Befunde gegenübergestellt.

Mi. 10:35 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Hilfsquellen zur Kopplung von SchallfeldernW. Kropp, M. Ögren*Department of Applied Acoustics, Chalmers University of Technology, Sweden*

Die Schallfelder in begrenzten Räumen wird typischer Weise mit Randwertelemente oder Finite Elemente behandelt. Ausnahmefällen sind Räume mit einfacher Geometrie und einfachen Randbedingungen (z.B. schallhart). In diesen Fällen existieren analytische Lösungen für die Moden der Räume und mit Hilfe einer modalen Beschreibung kann das Schallfeld innerhalb des Raumes berechnet werden. Jedoch kann man sich vorstellen eine komplizierte Raumgeometrie durch eine Anzahl von einfachen Raumgeometrien zusammenzusetzen, deren Moden und Eigenfrequenzen entweder analytisch oder numerisch einfach bestimmt werden können. Die Aufgabe besteht nun darin, die einfachen Räume an deren Begrenzungsflächen miteinander zu koppeln. Dies kann mit Hilfe von Hilfsquellen (Volumen- oder Druckquellen) geschehen, deren

Amplituden die Unbekannten des Gleichungssystems darstellen, das zu lösen ist. Einfache Beispiele für diese Methode werden präsentiert.

Mi. 14:00 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Modellierung des porösen Asphalts als lateral reagierender Absorber unter Anwendung des Transmission-Line-Matrix Verfahrens (TLM)

Jörn Hübelt

Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden

Bei der Modellierung der Schallausbreitung über porösen Straßenoberflächen ist in den meisten Fällen mit sehr flachen Schalleinfallswinkeln zu rechnen. Das heißt, die auf den Absorber Straße auftreffenden Wellenfronten weisen einen geringen Krümmungsradius auf. Diese Eigenschaft kann durch die sogenannte Lösung nach „Weyl von de Pool“ modelliert werden. Eine der Grundvoraussetzungen dieser Modellbeschreibung ist jedoch die lokale Reaktion des Absorbermediums. Die für eine Vielzahl von offenporigen Asphalten bestimmten Absorberparameter weisen allerdings auf eine laterale Reaktion des Absorbers Straße hin. Einen Ausweg stellt in diesem Fall die Kombination der „Weyl von de Pool“ Lösung mit dem Konzept der effektiven Impedanz dar [1]. Die Gültigkeit dieses Konzeptes konnte durch Messungen an Absorbern mit ausgewählten Parameterpaaren bestätigt werden. Unklarheit herrscht jedoch über die Anwendbarkeit des Konzeptes für Absorber mit sehr geringen längenbezogenen Strömungsresistanzen (poröser Asphalt). Das Transmission-Line-Matrix Verfahren (TLM) [2] erlaubt die Beschreibung der Schallwellenausbreitung innerhalb verlustfreier und verlustbehafteter schallführender Fluide und deren Kopplung. Im Vortrag wird die Implementierung dieses Verfahrens zur Beschreibung der Schallausbreitung über einem lateral reagierenden Absorber vorgestellt. Dazu sollen Angaben zum Gültigkeitsbereich der Modellierung gemacht werden. Die abschließende Diskussion der Ergebnisse einer TLM-Modellierung von lateral reagierenden Absorbern mit sehr geringen längenbezogenen Strömungswiderständen soll Aufschluss über den Gültigkeitsbereich des effektiven Impedanzkonzeptes geben.

[1] Li, K. M. and Waters-Fuller, T. and Attenborough, K.: Sound propagation from a point source over extended-reaction ground. JASA 104 (2), S. 679-685, 1998.

[2] Kagawa, Y. et. al.: Discrete Huygens' model approach to sound wave propagation. JSV, 218 (3), S. 419-444, 1998.

Mi. 14:25 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Numerical Acoustical Optimization with respect to various Objective FunctionsJoachim Bös, Rainer Nordmann*Department of Mechatronics and Machine Acoustics, Darmstadt University of Technology*

This paper describes a method to optimize three-dimensional structures numerically with respect to various objective functions such as mean level of structure borne sound, mass, eigenfrequencies etc. Besides specifying the objective of the optimization process, suitable constraints (such as maximum mass, minimum and maximum wall thickness, etc.) have to be defined as well.

After creating a finite element model of the original structure to be optimized, the COBYLA algorithm is used to modify the wall thickness in the finite element model of the structure iteratively in such a way that the objective function is minimized or maximized depending on the goal of the optimization. Whereas mostly two-dimensional plate or shell elements were used in previous studies, in this paper three-dimensional solid elements are employed to gain more flexibility for creating complex finite element models.

Several model structures subject to a harmonic excitation force are investigated. The following objective functions are used for the optimization calculations: Minimizing the mean level of structure borne sound within a frequency range without increasing the mass of the structure; minimizing the mass of the structure without increasing the mean level of structure borne sound; maximizing the fundamental frequency; maximizing the distance between a given frequency and the neighboring eigenfrequencies.

Mi. 14:50 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Numerische Simulation von Schalldämmproblemen der BauakustikS. Langer, H. Antes*Institut für Angewandte Mechanik, TU Braunschweig*

Der Entwurf moderner Bauten sollte nicht alleine unter konstruktiven und ästhetischen Gesichtspunkten erfolgen, sondern insbesondere die bauphysikalischen Aspekte zur Sicherstellung der Wohnqualität berücksichtigen.

Das akustische Verhalten von Hochbauten stellt sich dabei als komplexes Wechselwirkungsproblem dar, bei dem sowohl die unterschiedlichen Bauelemente und -stoffe wie auch die Umgebung eine große

Rolle spielen. Eine Abschätzung dieses Verhaltens in der Entwurfsphase gestaltet sich daher als sehr schwierig. Den bauphysikalischen Schallschutznachweisen liegen in der Regel Mess- oder Erfahrungswerte von einzelnen Referenzbauteilen zugrunde, aus denen überschlägig die Schalldämmung des gesamten Bauwerks ermittelt wird.

Im Besonderen erfolgt der Nachweis der Schalldämmwirkung von speziellen Bauelementen wie z.B. Isolierfenstern bisher durch Messungen unter normierten Bedingungen, obwohl eine numerische Simulation schneller und effektiver wäre. Deshalb wird hier ein numerisches Berechnungsverfahren basierend auf einer gekoppelten Finite-Element- und Randelementmethode verwendet, das die Schallwellenausbreitung und den Schalldurchgang durch Wände und mehrfach verglaste Fenster modelliert sowie alle auftretenden dynamischen Wechselwirkungsvorgänge beinhaltet.

Mi. 15:15 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Optimierung von FE-Rechenkernen für die niederfrequente Schallfeldsimulation

G. Bartsch

digiSim - Digitale Simulationstechnik

Der Optimierung von Rechenkernen für die wellentheoretisch basierte Schallfeldsimulation mittels der Methode der Finiten Elemente wurde bislang wenig Beachtung geschenkt. Grund für diese Vernachlässigung war, daß bisher davon ausgegangen wurde, daß durch Taktratensteigerung moderner CPUs, der größte Teil an Geschwindigkeitssteigerung von FE-Codes erzielt werden könne. In [1] konnte aber nachgewiesen werden, daß nicht die Taktrate der CPU, sondern die Übertragungsgeschwindigkeit zwischen Speicher und CPU die dominierende Größe hinsichtlich der Performance von FE-Codes ist. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden Optimierungsstrategien für die niederfrequente Schallfeldsimulation entwickelt, die im Rahmen dieses Vortrages vorgestellt und bewertet werden.

[1] Bartsch, G. (2002): Effiziente Methoden für die niederfrequente Schallfeldsimulation; Dissertation; Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, RWTH Aachen

Mi. 16:05 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Approaches for the Calculation of Flow-Induced SoundZ. El Hachemi*, R. Hallez*, M. Tournour*, A. Schulze**, O. von Estorff****LMS International, Leuven, **TU Hamburg-Harburg*

In recent years many investigations have been done in order to find possibilities for an efficient calculation of flow-induced sound. In particular, the different scales in which the physical phenomena of flow and the acoustical wave propagation need to be considered, cause significant difficulties. Thus, the direct approach, for instance, solving the acoustic and the flow field at the same time using the Navier-Stokes equations, becomes problematic in the case of high Reynolds numbers due to computer limitations and also poor accuracy. Rather promising, however, are methods predicting the flow field and the acoustic wave propagation separately, such as the „Lighthill acoustic analogy“ or the „Expansion about Incompressible Flow“ (EIF) approach. In both procedures the flow is solved first, using standard Computational Fluid Dynamics (CFD) methods. Then, in the Lighthill analogy, the Navier-Stokes equations are rearranged in such a way that a wave operator is obtained with aero-acoustic sources on the right hand side being the converted outcome of the CFD simulation. Using the EIF-approach, the acoustic part is determined by subtracting the incompressible, viscous flow from the compressible flow neglecting the viscous terms. In the acoustics part, the incompressible flow data appear as sources and also in the convective terms. The current paper aims to give an overview of the two formulations and to discuss their respective advantages and drawbacks by means of several representative examples.

Mi. 16:30 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

A new scheme for the Dirichlet BVP for the Helmholtz equation based on the Fourier TransformM. Köhl, S. Rjasanow*Universität d. Saarlandes, Fachrichtung 6.1-Mathematik, Saarbrücken*

We consider the 3D exterior Dirichlet boundary value problem (BVP) for the Helmholtz equation, cf. [1], and are interested in solutions for a spectrum of real wave numbers. In particular, we examine the boundary integral equation and use the collocation boundary method for the discretisation of the problem. In order to solve the resulting linear systems, the identity of the Fourier transform with respect to the wave number is applied to the associated matrices. We give the analytical forms and

some important properties of the transformed matrices, cf. [2],[3]. Finally, some numerical examples for the solutions are presented and we compare these with results using standard techniques.

[1] G. Chen, J. Zhou "Boundary Element Methods", Academic Press, 1992.

[2] M. Köhl, S. Rjasanow "Multifrequency analysis for the Helmholtz equation". Preprint 64, Universität des Saarlandes, 2002. to appear in IABEM 2002 issue of Computational Mechanics, Springer.

[3] M. Köhl "A Fourier Transform based scheme for the Helmholtz equation". Preprint 73, Universität des Saarlandes, 2002, submitted.

Mi. 16:55 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Modale und direkte Finite-Elemente-Methoden in der Akustik: Ein Vergleich

A. Franck

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Zur Finite-Elemente-Simulation akustischer Systeme existieren zwei Ansätze. Der modale Ansatz, der Resultate aus einem System orthogonaler Eigenfunktionen zusammensetzt, und der direkte Ansatz, bei dem Resultate für jede einzelne Frequenz neu berechnet werden. Je nach Anwendungsfall kann der modale oder der direkte Ansatz vorteilhaft sein. In diesem Vortrag werden diese Ansätze vorgestellt und an konkreten Beispielen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit, Genauigkeit und Leistungsfähigkeit verglichen.

Mi. 17:20 Uhr Raum Phil

FEM / BEM

Strukturakustische Optimierung von Schalengeometrien

Denny Fritze, Steffen Marburg, Hans-Jürgen Hardtke

Institut für Festkörpermechanik, TU Dresden

Vibrierende Schalenstrukturen können bereits durch geringe Modifikationen erfolgreich in ihrer Geometrie optimiert werden, um die Schallabstrahlung passiv zu mindern. Im numerischen Prozeß der gradientenbasierten Optimierung muß für die Sensitivitätsanalyse die größte Rechenzeit erbracht werden. Für große Modelle, d.h. große Systeme, und einer Vielzahl an Designvariablen erscheint die Bestimmung der Gradienten mit Hilfe finiter Differenzen als zu zeitaufwendig. Die halb-analytische Berechnung der Sensitivitäten sowohl für die Struktur als auch das Fluid erbringt daher deutlichen Gewinn, wenn die Gradienten zudem über adjungierte Operatoren bestimmt werden. Es wird ein Konzept vorgestellt, welches die Schalenstruktur parametrisiert, sowie die schnellere Sensitivitätsanalyse ermöglicht. Als Zielfunktionen der

strukturakustischen Optimierung werden Schalldrücke an Innenraumpunkten oder für Außenraumprobleme die abgestrahlte Schalleistung verwendet.

Do. 8:30 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

Alte und neue Ansätze zur Beschreibung der Schallausbreitung im Freien

Ulrich J. Kurze

Müller-BBM GmbH

Mit modernen Rechnern können sehr große Datenmengen zur Beschreibung von Schallquellen, Bebauung, Topographie und Meteorologie verarbeitet und Algorithmen zur Lösung von Differentialgleichungen unter komplexen Randbedingungen eingesetzt werden. Diesen Möglichkeiten stehen jedoch Unsicherheiten über die Daten und deren zeitliche Veränderungen sowie über geänderte Zielsetzungen von Geräuschprognosen entgegen. In diesem Spannungsfeld sind neue Erkenntnisse, wie sie sich aus dem Harmonoise-Projekt ergeben, mit den Festlegungen in bestehenden Regelwerken zu vergleichen, die immerhin auf einer Fülle von Felderfahrungen in Verbindung mit physikalischen Grundlagen und anwendungsorientierten Näherungen beruhen und auch nationale Eigenheiten enthalten.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

Harmonoise, ein Rechenprogramm fuer Europas Strassen- und Schienenlaerm

Paul de Vos

AEA Technology Rail BV

Die Europäische Richtlinie zur Umgebungslärm von Strassen- und Schienenwegen verlangt daß Mitgliedstaaten ab 2007 nach einem standardisierten Verfahren Lärmkarten zu Verfügung stellen. Die dazu benötigte Schallausbreitungsberechnung soll standardisierte Ermittlung der uniformen Dosisgröße ermöglichen. Das Projekt Harmonoise, das im Jahre 2001 angefangen wurde, 3 Jahre dauert und wo 19 Institute aus 9 Staaten sich beteiligt haben, soll neue Methoden zu dieser Ermittlung entwickeln. Um eine hohe Akzentanz der zukünftigen Benutzer zu erreichen, wird einerseits eine möglichst große Genauigkeit, andererseits eine flexible Anwendbarkeit angestrebt. Eine wesentliche Trennung der Modellierung der Quelle und der der Schallausbreitung soll bewirken daß eine bessere Anpassung an z.B. Abnahmemessungen erreicht wird und das die Schallemission der Quelle durch eine Parametervorstellung erfolgt, was in Zukunft die Wirksamkeit von Lärmaktionsplänen leichter vorhersagen lassen soll. Außerdem wird er möglich, ein allgemeines Modell zur Schallausbreitung zu definieren, das auch für nicht

im Projekt betrachtete Quellen wie Flugzeuge, Schiffe und Industriequellen angesetzt werden kann. Es wird ein allgemeiner Überblick des Projektes sowie die ersten Ergebnisse vorgestellt. Anschliessend folgen weitere Vorträge, die mehr detailliert über die einzelnen Arbeitspakete und deren Fortschritte berichten werden.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

Source modelling of road vehicles

Gisjan van Blokland, Hans G. Jonasson

SP Swedish National Testing and Research Institute

In the Harmonoise project noise emission and sound propagation shall be completely separated. This paper will describe the activities of WP 1.1 which deals with source modelling of road vehicles. Each vehicle will be described as a number of point sources at different heights, each source being given a specified sound power level and, if relevant, directivity. The number of sources will be 2-3. The lowest source will be very close to the road surface.

The sound power levels will either be determined nationally directly from a statistical sample of pass-by measurements of individual vehicles at specified speed and operating conditions or taken from given equations like

$$L_w = a + b \lg(v)$$

where a and b are coefficients and v the speed. There will be different coefficients for different frequency bands and other parameters like road surface temperature, type of road surface, wet/dry roads and summer/winter tyres will also be considered. The aim is to have separate equations for power train noise and tyre/road noise. The paper will give an overview of the current work and an updated status report.

Do. 9:45 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

HARMONOISE AP 1.2: Schallquellen des Schienenverkehrs

Manfred Beier, Dorothee Stiebel

DB Systemtechnik, TZF 101 (Akustik), München

Die Schallemission von Zügen setzt sich aus den Anteilen Traktionsgeräusch, Rollgeräusch und aerodynamisches Geräusch zusammen. ➡

Diese Geräuschanteile lassen sich spektral durch ihre Schallleistung beschreiben, durch ihre Geschwindigkeitsabhängigkeit und Richtcharakteristik, durch verantwortliche Anregungsmechanismen und ihre nur zum Teil fahrzeugspezifische Position. Sind diese Daten bekannt, dann sind sehr genaue Vorhersagen des Schienenverkehrslärms unter verschiedenen Ausbreitungsbedingungen möglich. Eine geeignete Zusammenfassung der zahlreichen Schallquellen zu wenigen äquivalenten Schallquellen soll die Schallquellenbeschreibung vereinfachen. In diesem Vortrag wird der in HARMONOISE zusammengetragene und erarbeitete Wissensstand der Schallquellenbeschreibung vorgetragen.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

Klimatologische Bedingungen der Schallausbreitung

D. Heimann

DLR Institut für Physik der Atmosphäre

Im Rahmen des europäischen Projekts HARMONOISE werden Grundlagen für verbesserte und auf der Europäischen Ebene harmonisierte Berechnungsverfahren zur Lärmimmission erarbeitet. Unter anderem soll auch den meteorologischen Einflussfaktoren auf die Schallausbreitung umfassender Rechnung getragen werden. Zur Bestimmung von Langzeit-Schallpegeln ist daher die Kenntnis der lokalen Klimatologie notwendig.

Es wird ein Überblick über die meteorologischen Effekte bei der Ausbreitung von Lärm gegeben und Möglichkeiten diskutiert, wie meteorologische Daten für die Lärmprognose herangezogen werden können. Dabei werden in Hinblick auf die Behandlung der Klimatologie auch Parallelen zur Ausbreitung von Luftbeimengungen und Gerüchen gezogen.

Do. 10:35 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

Harmonoise - Sound propagation reference model

F. de Roo, E. Salomons

TNO TPD, Delft, The Netherlands

The European 5th Framework project Harmonoise will deliver two types of noise prediction models: an engineering model for everyday use, based on fast algorithms, and a reference model that will be based on rigid acoustical theory. Because of this theoretical basis the validity of the reference model can be demonstrated for a large range of applications and will not be restricted to the range of parameter values that are covered by validation measurements. By combining the reference model with validation measurements a very solid calibration of the engineering model can be achieved. Beside this employment as a calibration

standard the reference model may also be used to solve noise propagation problems that lie outside the validity range of the engineering model because of their physical complexity. The Harmonoise reference model will be based on a hybrid combination of 3 basic models:

The Boundary Element Method (BEM);

The straight ray model;

The Parabolic Equation model (PE model).

The model computations will take account of reflections against obstacles by performing multiple two-dimensional computations in several propagation planes. Lateral diffractions around obstacles will follow a path outside the propagation planes and may be taken into account with an estimative correction to the in-plane computations.

While the reference model is expected to be finalised in spring 2004, the paper will give an up-to-the-minute report of on-going developments.

Do. 14:30 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

„HARMONOISE“ - Langzeitmessungen

Dietrich Kühner

deBAKOM GmbH

Im obigen Projekt für ein harmonisiertes europäisches Schallausbreitungsmodell, das von der EU und dem Umweltbundesamt gefördert wird, haben wir das Arbeitspaket „Validierung“ übernommen. Zur Validierung der harmonisierten Modelle sind Messungen erforderlich, um einen Vergleich zwischen berechneten und gemessenen Immissionspegeln zu ermöglichen. Zielgröße ist der Langzeitmittelungspegel, d.h. neben dem Mitwindpegel werden auch Häufigkeit und Ausbreitungsbedingungen für alle übrigen meteorologischen Situationen benötigt. Von der Messplanung her wird davon ausgegangen, dass die wesentlichen Einflussgrößen Windrichtung, atmosphärische Stabilität und Windschwindigkeit sind. Diese Größen werden mit einem Windmesser erfasst, der den horizontalen und vertikalen Windkomponenten erfassen kann und schnell genug ist, um die Turbulenz mit zu erfassen. Es werden 10 Ausbreitungssituationen untersucht, von denen 5 die mittel- u. nordeuropäische Situation erfassen sollen und 5 den mediterranen Klimabereich. Die Messentfernungen liegen zwischen 25 und 1400 m. Die Erfassung erfolgt kontinuierlich für jeweils 3 Messperioden in unterschiedlichen Jahreszeiten. Erste Resultate von Dauermessungen an 2 Autobahnen und einer Bahnlinie werden vorgestellt.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

Harmonoise - Das EngineeringmodellHans van Leeuwen*DGMR Consulting Engineers*

Ein wichtiges Ziel des Harmonoise Projekts besteht in der Erstellung eines Vorhersagemodells, mit dem sowohl Lärmkarten als auch Aktionspläne erstellt werden können. Lärmkarten und Aktionspläne sind im Rahmen der Europäischen Richtlinie verpflichtend eingeführt und sollen der Kontrolle von der Umgebungslärm dienen.

Innerhalb der Fachwelt existieren zur Zeit eine Reihe verschiedener Modelle, für die Erfahrungen in der praktischen Anwendung vorliegen. Ferner gibt es eine ständige Diskussion zwischen Benutzern und Entwicklern wissenschaftlicher und auch ingenieurmäßiger Modelle (Engineering models).

Das Harmonoise Engineering Modell soll für die Anwendung in der Praxis verwendet werden. Dies bedeutet, dass es für alle Situationen verwendet werden kann, schnell rechnet und genau ist; alle Aspekte, die meistens nicht in einem Modell zusammengeführt werden können. Diese Anforderung führt zu Diskussionen gerade im Hinblick auf die Eingabe von Berechnungsgrundlagen, zum Beispiel Verkehrsdaten oder auch meteorologische Gegebenheiten.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 1

Harmonoise

Diskussion Harmonoise

Do. 8:30 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung**Einfluss des aktuellen Wissensstandes auf die Normung im Bereich der Klassenraumakustik**Hans-Peter Tennhardt*IEMB e.V. an der TU Berlin*

Es existieren unterschiedliche Einflussfaktoren auf das Leistungsvermögen Lernender. Dabei muss die permanente Wirkung akustischer Verhältnisse hervorgehoben werden, die nicht durch andere Faktoren ausgeglichen werden kann. Die akustischen Einflussfaktoren Nachhallzeit und Schallfeldstruktur, sowie die Komponenten des Gesamtstör-schalldruckpegels lassen sich bezüglich ihrer Wirkung auf die Sprachverständlichkeit inhaltlich einordnen. In der vorliegenden Überarbeitung der DIN 18041: „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ wird dem Aspekt der Klassenraumakustik eine breite Plattform geschaffen, die aktuelle Forschungsergebnisse berücksichtigt. Dabei werden sowohl die Fragen der nutzungsabhängigen frequenzabhängigen Nachhallzeit allgemein als auch unter Berücksichtigung Schwerhörender erörtert.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Auralisierung und subjektive Bewertung von Klassenräumen

C. Nocke, D. Heydinger, M. Meis, A. Schick

Universität Oldenburg

Moderne Raumakustiksimulationsprogramme erlauben neben der Berechnung und Visualisierung von Schallfeldern in Räumen auch die Auralisierung der raumakustischen Verhältnisse. Somit lassen sich die Hörbedingungen in verschiedenen Klassenräumen schnell und ohne großen Aufwand im Computer nachbilden und verändern. Für das in diesem Beitrag vorgestellte Experiment wurden fünf verschiedene Räume modelliert und für zwei Hörpositionen mit männlicher und weiblicher Sprechstimme auralisiert. Diese insgesamt 20 Hörbeispiele bildeten die Grundlage einer subjektiven Beurteilung der Hörsamkeit durch 79 Versuchspersonen.

Bislang liegen wenig Daten und somit psychometrische Grundlagen zur Erstellung eines Fragebogeninstruments zur Hörsamkeit (von Klassenräumen) vor. Mit Hilfe von Experten- und Laienbefragungen wurde daher das *Oldenburger Hörsamkeitsinventar* entwickelt. Die Ergebnisse der vorgestellten Untersuchung zur subjektiven Beurteilung der Hörsamkeit zeigen, dass anhand dieses neuen Instruments (16 siebenfach skalierte Adjektivpaare) möglich ist, wesentliche Charakteristika der Raumakustik subjektiv und trennscharf abzubilden.

Die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der Anwendung und Anwendbarkeit in Feldstudien zur Beurteilung von sehr guten, akzeptablen und sehr schlechten Räumen diskutiert.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Zur Wirkung von aktiven und passiven raumakustischen Maßnahmen auf die Geräuschwahrnehmung und Lebensqualität von Schülern: Ergebnisse aus einer prospektiven Längsschnittstudie

M. Meis^{1,2}, A. Uygun³, C. Janott⁴, C. Hemmer-Schanze⁵, C. Hilge⁶, C. Kahlert⁵, A. Schick¹

¹Institut MUB, Universität Oldenburg, ²Hörzentrum Oldenburg,

³Odenwald Faserplattenwerk GmbH, ⁴Sennheiser Electronic GmbH,

⁵Lehrstuhl für Grundschulpädagogik- und didaktik, LMU München,

⁶Akustikbüro Oldenburg

Im Rahmen einer prospektiven Längsschnittstudie wurden in zwei Münchner Schulen bei sechs Klassenräumen (mittlere Nachhallzeit, $T_{vorher} = 0.9 - 1.1 \text{ sec}$) drei unterschiedliche raumakustische Interventionsmaßnahmen (Absenkung der mittleren Nachhallzeit um $\Delta T = 0.3 - 0.6$ durch Akustikdecken, Bedingungen 1 und 3) durchgeführt: 1. Einbau von schallabsorbierenden Materialien, 2. Installation eines

Soundfield-Systems und 3. die Kombination von beiden Maßnahmen. Es wurden insgesamt 124 Kinder (59 Mädchen) mittels psychometrisch geprüfter Inventare zur Umweltqualität und Akustik, zum Wohlbefinden und zur schulischen Leistungsfähigkeit befragt. Nach den raumakustischen Interventionen konnten signifikante Verbesserungen in allen drei feldexperimentellen Bedingungen besonders dann nachgewiesen werden, wenn die Fragen sich direkt auf die akustischen Veränderungen bezogen. Mögliche bildungspolitische Konsequenzen werden diskutiert.

Do. 9:45 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Lärm in der Schule - Ein vermeidbarer Belastungsfaktor?

G. Tiesler

ISF / Uni Bremen

Berichtet wird über eine Untersuchung zur beruflichen Belastung von Lehrerinnen und Lehrern an 5 Bremer Schulen. Untersuchungsmethoden waren ein Fragebogen zur subj. empfundenen Belastung, eine medizin.-psycholog. Testbatterie zur Beurteilung der psychophys. Verfassung, Messung der Pulsfrequenz als Indikator der psychophysischen Beanspruchung während ganzer Arbeitstage, sowie Schallpegelaufzeichnungen in Unterrichtsräumen mit begleitender Unterrichtsbeobachtung. Es wird ausserdem ein Ausblick gegeben auf ein z.Zt. laufendes Projekt zum Thema „Lärm in der Schule“ und darin enthaltene Interventionsmassnahmen.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Raumakustische Sanierung in Schulen - Erfahrungen aus der Praxis

Heinz Peter Busch

Ingenieurbüro für Akustik Busch GmbH, Westensee

Die akustisch richtige Gestaltung von Schulräumen ist keine Geheimwissenschaft. Die Regeln, nach denen Schulräume akustisch zweckmässig aufgebaut werden sollten, sind lange bekannt, nicht nur dem Akustiker. Sie werden im Vortrag kurz zusammengefaßt.

Aus beruflichem und privatem Erleben hat fast jeder von uns die Erfahrung gemacht, daß nach diesen Regeln die wenigsten Schulräume tatsächlich errichtet worden sind. Daß sich in der jüngeren Vergangenheit Beschwerden über akustisch schlecht gestaltete Klassenräume besonders häufen, hat verschiedene Ursachen, eine davon ist sicherlich die Verringerung der Lärmdisziplin in den Klassen.

Wir verzeichnen in unserem Büro im Zusammenhang mit Neuplanungen von Schulräumen relativ wenige Beratungsaufträge. Stattdessen ist

das Auftragsvolumen im Zusammenhang mit Nachbesserungen an älteren, sogar an neuerbauten Schulräumen seit Jahren steigend. Hierzu werden einige Beispiele dargestellt.

Durch die Nichtberücksichtigung akustischer Gestaltungsregeln von Schulräumen im Rahmen des Baues und die dann notwendige Nachrüstung der Schulräume entstehen immaterielle Schäden (unsere Kinder werden schlechter ausgebildet als es möglich wäre) und materielle Schäden (Nachrüstungen sind regelmäßig erheblich teurer als die Berücksichtigung des Standes der Technik beim Neubau).

Im Rahmen des Vortrages sollen vermutete Gründe für dieses zunächst unerklärliche Verhalten der Bauträger und Architekten dargestellt werden. Es werden ferner Vorschläge gemacht, wie positive Veränderungen in die Wege geleitet werden können.

Do. 10:35 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Anforderungen an Beschallungsanlagen für Hörsäle

K. Eggenschwiler, K. Baschnagel

EMPA Abt. Akustik/Lärmbekämpfung, Dübendorf (Schweiz)

Bei einer bestimmten Grösse von Unterrichtsräumen ist der Einsatz von Beschallungsanlagen erforderlich. Bei solchen Anlagen werden zwar in der Regel technisch hochwertige Komponenten eingesetzt. Leider sind die erzielten Resultate trotzdem häufig unbefriedigend. Dem Pflichtenheft und dem Beschallungskonzept mit seinem Zusammenspiel von Nutzung, Raum- und Elektroakustik wird viel zu wenig Bedeutung zugemessen. Im Vortrag werden die Anforderungen an solche Anlagen erläutert und das richtige Vorgehen bei Planung und Realisierung dargestellt. Anhand von Fallbeispielen werden Beschallungskonzepte gezeigt welche eine maximale Sprachverständlichkeit bei guter Klangtreue und richtiger Ortung der Originalquellen gewährleisten. Schliesslich folgt ein Hinweis auf Höranlagen für Hörbehinderte. Die Ausführungen stützen sich auf die Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Akustik SGA: „Beschallungsanlagen für Sprache“.

Do. 14:30 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Schulraumakustik aus dem „Hör“-Winkel der Betroffenen

Carsten Ruhe

TAUBERT und RUHE GmbH, Halstenbek

Die statistische Erhebung zu mehr als 150 Projekten für Klassenraum-Sanierungen, -Modernisierungen und -Umgestaltungen zeigt, dass die raumakustische Situation in Klassenräumen häufig mangelhaft ist. ➡

Um die Notwendigkeit der Nachbesserung trotz der begrenzten finanziellen Mittel der Schulträger zu belegen, haben wir die vorhandenen Nachhallzeiten nicht nur den durch Verbesserungsmaßnahmen erreichbaren und nachgemessenen Werten gegenübergestellt, sondern auch ausgewertet, wann die „Schmerzgrenze“ für Lehrer, Schüler (und bisweilen auch Eltern) überschritten wird. Hierbei zeigten sich Unterschiede zwischen „einheitlich schlechten“ Schulen und Schulen in denen „schlechte und gute“ Räume vorhanden sind. Im Urteil der betroffenen Personen spielt die mittlere Nachhallzeit eine wesentlich größere Rolle als die Werte im tieffrequenten Bereich. Dies macht Nachbesserungsmaßnahmen kostengünstig möglich.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Sprachverständlichkeit in Schulen bei Hörminderung

V. Bormann, R. Heinecke-Schmitt, G. Fuder

Technische Universität Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Eine ganzheitliche ergonomische Gestaltung von Unterrichtsräumen unter Beachtung von kombinierten Effekten zwischen den arbeitshygienischen Faktoren wie Schall, Beleuchtung, Luftschadstoffe usw. fördert die Schaffung gesundheitserhaltender sowie leistungs- und persönlichkeitsförderlicher Umgebungsbedingungen für die Schüler. Weltweit wird über eine schlechte Sprachverständlichkeit in Unterrichtsstätten geklagt. So z.B. wird aus den USA über viele Klassenräume berichtet, in denen die Sprachverständlichkeit selbst bei Normalhörenden nur bei 75 % und darunter lag. Vielfach beobachtete zu hohe Nachhallzeiten des Raumes ebenso wie zu hohe Hintergrundgeräuschpegel, verursacht durch die Schüler selbst, durch audiovisuelle Unterrichtsmittel, Gebäudetechnik, Verkehrslärm, Geräusche aus Nachbarräumen usw., können die Sprachverständlichkeit und somit die Effektivität des Unterrichts erheblich verschlechtern. Mehr noch als bei Normalhörenden hat bei Personen mit Hörschäden und mit Hörgeräteversorgung eine zu lange Nachhallzeit großen nachteiligen Einfluss auf die Sprachverständlichkeit. Ein zu hoher Anteil von Seitenreflexionen kann bei ihnen erheblich die Quellenortung und damit die Sprachverständlichkeit erschweren. Verfahren zur Vorausberechnung der akustischen Gesamtsituation des Raumes im Zusammenhang mit Modellen zur Vorhersage der Sprachverständlichkeit, die auch im Falle von Hörbeeinträchtigungen hinreichend geeignet sind, sollten unumgängliches Mittel bei der Planung von Klassenräumen sein. Mit raumakustischen und unterrichtsorganisatorischen Maßnahmen sowie mit einer Anpassung der Pädagogen, insbesondere ihrer Sprechweise, an die Situation im Umgang mit hörbeeinträchtigten Schülern, kann eine Verbesserung der Sprachverständlichkeit erzielt werden.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 2 Raumakustische Schulgestaltung

Speech Intelligibility Tests Using Artificial Heads (Speaker and Listener) in Brazilian Public Schools

Marco Nabuco (1), Swen Muller (2)

(1) Acoustic Testing Laboratory, Inmetro, Brazil, (2) National Council for Scientific Research, Inmetro, Brazil

During the year 2001, the Acoustic Testing Laboratory of Inmetro in Brazil has been performing intelligibility tests in primary school classrooms using regular loudspeakers and binaural recordings made with simple electret microphones inserted in the ear channel of an auxiliary person. In 2002, the same tests were repeated using an artificial speaker. Four lists with 20 syllables each were submitted to 8 and 11 year old children. The binaural impulse responses in three classrooms were also measured using a new artificial head. They are used to evaluate some typical sound quality indicators and for auralization purposes and classrooms off-line sound quality evaluation.

Do. 8:30 Uhr Raum FO 3 Netzwerkkommunikation

Speech-Quality Evaluation in Telephone Networks

Thorsten Ludwig, Kirstin Scholz, Ulrich Heute

Faculty of Engineering, Christian-Albrechts-University of Kiel

The technical progress in the past 15 years resulting in new services and devices for telephone networks has formed a telecommunication infrastructure that is characterized by an almost infinite number of possible network configurations. Simulations of telephone networks in laboratories can model real effects in networks only to a limited extent. For the assessment of speech quality in real-life telephone networks other methods are necessary. One approach to investigate real-life telephone links are measurements in the telephone network by means of in-service, non-intrusive measurement devices (INMD). These devices can serve as a kind of network monitors that evaluate the quality-of-service parameters of the network under test. This paper gives an overview of signal-parameters that are useful for speech quality assessments with help of INMDs. Besides the well known parameters as speech-level, noise-level, and the detection of echos, other parameters as frame-loss, packet-loss, degradation by codecs, and insertion of comfort noise can have a strong impact on the speech quality. Some algorithms to measure these parameters are presented. By restriction of the speech signals under test to certain degradations it is possible to get quality estimations in terms of MOS which are highly correlated with results from auditory tests. Alternatively, measurement results of an INMD can be used as input parameters to network planning models, e.g. the E-model, to get estimations about the speech quality.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 3

Netzwerkcommunication

VoIP and traditional telephony: Speech quality under combined network distortionsAlexander Raake*Institute of Communication Acoustics, Ruhr-University Bochum*

Modern telecommunication networks involving packet-based transmission technologies such as Voice over Internet Protocol (VoIP) confront users with degradations of speech quality that are varying in time. In real-life network configurations, concatenation of such packet-based networks and of traditional public switched telephone networks (PSTN/ISDN) or mobile networks leads to a variety of speech quality degradations with different perceptual features, occurring in one connection. In order to provide a high level of quality to future users, network planners apply network planning tools which map instrumentally measurable parameters to quality judgements obtained in subjective tests. Existing modelling approaches have to be extended to reliably include time varying distortions. It has to be guaranteed that these extensions are applicable also to networks with combinations of different distortion types.

In this paper, subjective conversation tests are described studying speech quality under such combined degradations, indicating implications for quality prediction and modelling. In order to allow controlled setting of all parameters relevant to such complex networks, an online-tool for simulation of VoIP/PSTN/ISDN-networks was set up. With this tool, a series of three conversation tests was carried out, focussing on random packet-loss with VoIP-typical speech codecs, combined with other, stationary distortions. The first test series was aimed at noisy connections (line noise and signal correlated noise) with packet-loss, the second test on packet-loss and delay and the third test run on packet-loss and echo. For comparison with existing test data - mainly obtained in the framework of Study Group 12 of the International Telecommunication Union (ITU-T) - the Mean Opinion Score (MOS) was used for scaling, in addition to a ten-point degradation category-ratio scale. The talk presents the experimental results and compares them to model predictions as well as findings reported in the literature.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 3

Netzwerkcommunication

Standardisierung instrumenteller Sprachqualitätsmessverfahren

J. Berger*, J. Beerends**, A. Rix***

Deutsche Telekom, T-Systems Nova GmbH Berkom*, *KPN Research*,
****Psystechincs Ltd.*

Bis vor einigen Jahren war ein - elektroakustisch eng definierter - Handapparat die Schnittstelle zum 'Fernsprechnet'. Die rasant zunehmende Komplexität der Netzstrukturen und eine hohe Vielfalt möglicher Endgeräte wird den klassischen Handapparat verdrängen und auch der Begriff des Fernsprechnetes passt immer weniger zu den tatsächlichen Gegebenheiten. Die Endgeräte übernehmen Funktionen, die Komponenten klassischer Netze waren (z.B. Sprachcodierverfahren bei Mobilfunk oder IP-Phones). Auch verändertes Telefonieverhalten erfordert Maßnahmen im Endgerät (z.B. Echokompensator, Geräusch- und Nachhallreduktion).

Soll nun die Qualität der Gesamtverbindung beurteilt werden, müssen die Endgeräte einschließlich ihrer akustischen Schnittstellen in die Bewertung einbezogen werden.

Zur effizienten Bewertung großer Mengen von Sprachmaterial werden zunehmend instrumentelle Bewertungsverfahren eingesetzt, die eine Abschätzung der Sprachqualität anhand meßbarer physikalischer Parameter der Sprachsignale vornehmen. Der derzeitige ITU-T Standard P.862 'PESQ' erlaubt nur die Bestimmung der Sprachübertragungsqualität zwischen zwei ('elektrischen') Netzzugangspunkten, für eine Bewertung der Sprachqualität einschließlich der akustischen Schnittstelle ist das Verfahren nicht geeignet.

Im Rahmen der aktuellen Standardisierung innerhalb der ITU-T wird auf Basis des Verfahrens 'PESQ' ein erweitertes Verfahren mit dem vorläufigen Titel 'P.AAM' entwickelt, das auch für diesen Anwendungsfall einsetzbar sein wird. Basis für die Beurteilung sind direkt am Endgerät vorgenommene Kunstkopfaufnahmen. Die Erweiterungen des Algorithmus umfassen in erster Linie:

- Adaption des Verfahrens auf die Verarbeitung von Kunstkopfaufnahmen - Wahrnehmungs-orientierte Bewertung linearer Verzerrungen ('Frequenzgang') - Berücksichtigung einfacher binauraler Wahrnehmungsmodelle (z.B. für akustische Hintergrundgeräusche auf der Empfangsseite) - Optimierung des Basisverfahrens 'PESQ'

Die Entwicklung der Verfahren wird bis zum Januar 2003 abgeschlossen und dann anhand einer Vielzahl von Sprachdatenbanken evaluiert. Im Rahmen der Präsentation werden die Ergebnisse und die Grundzüge des Messverfahrens vorgestellt.

Do. 9:45 Uhr Raum FO 3

Netzwerkcommunication

2nd Speech Quality Test Event for Voice over IP

Frank Kettler, H.W. Gierlich, F. Rosenberger, H. Klaus, J. Berger, O. Eisfeldt*, Ph. Cousin, J.-L. Freisse

*HEAD acoustics GmbH, * T-Systems Nova, **ETSI*

ETSI, the European Telecommunication Standards Institute organized the 2nd Speech Quality Test Event for Voice over IP Equipment in April 2002. Manufacturers of VoIP gateways and terminals were invited to bring their equipment to this test event hosted by ETSI in Sophia Antipolis, France. Two test labs, T-Systems Nova and HEAD acoustics performed speech quality tests that covered all conversational aspects like listening speech quality under single talk conditions, echo measurements, double talk performance tests and quality of background noise transmission. The different test methodologies and their application for evaluating the different parameters impairing speech quality are introduced briefly. The results of the various tests are presented and discussed.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 3

Sprachakustik

Einfluss von Spracherkennung und Sprachsynthese auf die Qualität natürlichsprachlicher Dialogsysteme

S. Möller, J. Skowronek

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Bei der realen Anwendung von Sprachdialogsystemen kommt denjenigen Systemkomponenten, die sich direkt auf die akustische Realisierung gesprochener Sprache beziehen, eine wichtige Rolle zu. Einerseits hängt der Grad, zu dem sich der Benutzer vom System verstanden fühlt, zu einem großen Teil von der Erkennungsleistung des Systems ab. Diese wird wiederum durch die raumakustische Situation und mögliche weitere Übertragungskanäle (z.B. Telefon) beeinflusst. Andererseits wirkt die Sprachausgabe als eine Art Visitenkarte des Systems und kann die wahrgenommene Gesamtqualität erheblich beeinträchtigen oder verbessern.

In diesem Vortrag soll der Einfluss der Spracheingabe und -ausgabe auf die vom Benutzer erfahrene Qualität am Beispiel eines Dialogsystems für Restaurantsauskünfte (Bochumer Restaurant-Informationssystem, BoRIS) untersucht werden. Ausgangspunkt ist eine Taxonomie möglicher Qualitätsaspekte des betrachteten Dienstes. Anhand dieser Taxonomie wurde ein Fragebogen zur Erfassung verschiedener Qualitätsdimensionen entworfen. Mit Hilfe dieses Fragebogens wurden Wizard-of-Oz-Experimente durchgeführt, in denen die Erkennungsleistung des Spracherkenners sowie unterschiedliche Sprachausgaben kontrolliert

verändert wurden. Die Urteile der Versuchspersonen lassen Rückschlüsse auf die von diesen Komponenten beeinflussten Qualitätsdimensionen sowie auf die mit dem System erzielbare Gesamtqualität zu.

Do. 10:35 Uhr Raum FO 3

Sprachakustik

Praktische Aspekte von Mehrmikrofonanordnungen als Frontend für Spracherkenner

Günter Uhlich, D. Schuchardt, H. Baesekow

Gesellsch. f. Automatisierung, Bildverarbeitung & Software mbH, Jena

Ausgehend von der Zielstellung einer verbesserten Robustheit von Spracherkennern für Gerätesteuern in Büro- und Wohnräumen werden die Anforderungen erläutert. Eine Auswahl möglicher Anordnungen wird unter dem Aspekt ihrer praktischen Leistungsfähigkeit in normal halligen Räumen diskutiert. Über praktische Aspekte zur Gestaltung von Mikrofonarrays und zur Realisierung entsprechender Versuchsanordnungen im Rahmen von Untersuchungen im EU-Forschungsprojekt INSPIRE wird berichtet. Eine Softwarelösung zur effizienten Erzeugung von räumlich verteilten Geräuscheszenarien wird vorgestellt.

Do. 14:30 Uhr Raum FO 3

Sprachakustik

Modellierung der Einflüsse des Übertragungskanal bei der Interaktion mit einem Smart-Home-System

Alexander Raake, Jan Krebber, Sebastian Möller

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Im Rahmen des europäischen IST-Projektes INSPIRE (INfotainment management with SPeech Interaction via REMote microphones and telephone interfaces) wird ein Sprachdialogsystem zur Interaktion mit verschiedenen Hausgeräten (TV, Videorecorder, Lampen, Jalousien, etc.) erstellt. Zweck dieses Dialogsystems ist es, ein intelligentes und einheitliches Benutzerinterface bereit zu stellen, welches die komplizierte Interaktion mit unterschiedlichen Geräten erleichtert und somit die Qualität und Akzeptanz der Dienste erhöht. Das System ist mit der Außenwelt sowohl über das Telefonnetz als auch über das Internet verbunden. Dadurch ist es möglich, Informationen aus dem Internet abzufragen und das System von einem entfernten Ort aus anzurufen.

Beim Sprachzugang über das Telefonnetz oder über das Internet (Voice over Internet Protocol, VoIP) treten jedoch Störungen auf, die die Interaktion mit dem System maßgeblich beeinflussen können. Daher sollen diese schon in der Planungsphase berücksichtigt und ihr Einfluss auf die Systemqualität minimiert werden. Hierzu wurde ein Simulationssystem erstellt, welches sowohl stationäre Störungen in traditionellen

Netzen als auch für VoIP typische zeitlich instationäre Störungen kontrolliert generieren kann. Im Vortrag wird dieses System vorgestellt, und es wird gezeigt, wie es wirkungsvoll zur Optimierung der Komponenten des Sprachdialogsystems eingesetzt werden kann.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 3

Sprachakustik

Acoustics aspects of in-vehicle spoken dialogue

Klaus Linhard, Paul Heisterkamp

Daimler Chrysler

By making speech dialogue in the car easier and better to use, we aim at reducing possible driver distraction, and thus contribute to the Daimler Chrysler vision of 'accident-free driving'. The car is known to be a 'hostile' acoustic environment, not only because of the internal and external, stationary and in-stationary noise, but also because of the many hard reflecting surfaces. The market success of in-vehicle spoken dialogue systems shows that many of these problems are handled quite well today. On the other hand, the car is also a 'known' acoustic environment. We discuss an example of how this can be exploited for better performance of dialogue systems, and how knowledge from the dialogue side can be made use of in acoustics: The intelligent handling of barge-in, in particular in the presence of in-stationary noise. In these conditions, a purely energy-based barge-in detection often leads to a very annoying and confusing dialogue behaviour. To reduce false alarms, we make use of speech recognition to identify barge-in utterances and to differentiate them from so-call back-channel utterances. We make use of dialogue knowledge to react appropriately to the respective types of user utterances, and we are currently investigating ways to handle speech synthesis such that the reactions to the barge-in are more human-like and thus less irritating than the current practice of having the system voice cut in mid-word. We conclude by giving an outlook on further work that couples acoustics, recognition, dialogue and speech output even closer for a better performance of the overall in-vehicle system.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 3

Sprachakustik

?Meinen Sie mich?? ? Sprachdialogsysteme in Heim und Auto

T. Portele

Philips Forschungslaboratorien Aachen

Der zur Zeit wichtigste Einsatzbereich natürlichsprachlicher Dialogsysteme ist das Telefon. In diesem Szenario kann von einer eindeutig ➡

(durch einen Anruf) initiierten, nicht unterbrochenen Kommunikation ausgegangen werden. Zunehmend erlangen jedoch Systeme für den Heimbereich oder das Auto Marktreife. Hier kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Äußerung in jedem Fall auch an das System gerichtet ist. Radio und Fernsehen können sprachliche Signale in den Raum ausstrahlen, die vom Dialogsystem ignoriert werden müssen. Durch Beamforming oder Echounterdrückung kann dies zu einem gewissen Grad gewährleistet werden. Ein Benutzer kann jedoch auch entweder mit anderen Menschen kommunizieren, oder selbstadressierte Äußerungen produzieren. In diesem Fall soll ein Dialogsystem adäquat, nämlich gar nicht, reagieren. In dem Tagungsbeitrag werden Verfahren diskutiert, die zur Lösung dieses zweiten Problemfelds beitragen können.

Do. 15:45 Uhr Raum FO 3

Sprachakustik

Regeladaptive kategoriale Analyse von Spontansprache - eine sprachensübergreifende Untersuchung

Nicole Beringer

IPSK - LMU Muenchen

Die Untersuchung behandelt eine neue methodologische Variante des MAUS-Systems zur Segmentierung und Etikettierung (S&E) von Spontansprache, mit der diese im Hinblick auf Vielfalt und Menge der vorhandenen Sprachkorpora qualitativ verbessert werden kann.

Basierend auf den beiden Wissensquellen akustisch-phonetische Modelle (Segmentierung) und phonetisch-phonologische Ausspracheregeln (Etikettierung) wird die S&E des Sprachsignals durch eine Viterbi-Suche im Variantengitter aller möglichen Aussprachen bestimmt.

Das Variantengitter entsteht durch die Modifikation der kanonischen Form in der Regel durch übergenerative, gleichwahrscheinliche Expertenregeln. Die S&E kann mit statistisch gewichteten Ausspracheregeln basierend auf manuellen Etikettierungen im konkreten Fall verbessert werden. Dabei bereitet das nicht immer vorhandene bzw. nur zeit-/kostenintensiv herstellbare manuell etikettierte Material bei der Portierung des MAUS-Systems auf andere Sprachen/Sprachstile Probleme, da Expertenregeln für Aussprachevarianten nicht statistisch gewichtet sind und daher keine qualitativ zu Handsegmentierungen vergleichbare Etikettierung liefern. Stil/sprachenbezogenes handsegmentiertes Material ist meist nicht verfügbar bzw. bereits vorhandenes manuelles S&E-Material für die Generierung der statistischen Ausspracheregeln zu „stilspezifisch“ und daher nicht für andere Sprachstile/Sprachen verwendbar.

Unter Verwendung einer ausreichenden Menge von Expertenregeln für Aussprachevarianten anstelle von Handsegmentierungen/-etikettierungen kann durch die iterative Einbindung dieser zunächst ungewichteten Expertenregeln in einem Spracherkennungsprozeß eine äquivalente S&E entstehen, bei der die Effizienz durch statistische Gewichtung der im Datenmaterial gesehenen Regeln jedoch weitgehend bewahrt wird.

Do. 8:30 Uhr Raum FO 4

Fahrzeugakustik III

Bestimmung der abgestrahlten Schalleistung von Schalldämpfern

J. Krüger, M. Nicolai

J. Eberspächer GmbH & Co. KG; Abteilung ESG

Neben dem vom Endrohr einer Abgasanlage abgestrahlten Mündungsgeräusch ist auch der über die Oberfläche von Schalldämpfern abgestrahlte Schall in der Fahrzeugakustik von Bedeutung. Einerseits kann der abgestrahlte Körperschall einen Einfluß auf den gesetzlich vorgeschriebenen Vorbeifahrtpegel haben und andererseits können insbesondere Strukturresonanzen das Klangbild außerhalb und innerhalb des Fahrzeugs erheblich stören. Daher werden von vielen Automobilherstellern Grenzwerte des Schalldruckpegels aufgetragen über der Drehzahl definiert, die in einem bestimmten Abstand zur Oberfläche der Abgasanlage einzuhalten sind. Das zur Verifikation dieser Grenzwerte zur Anwendung kommende Meßverfahren ist in einem Freifeldraum zwar recht einfach durchführbar, birgt aber auch einige systematische Nachteile und Ungenauigkeiten. Eine Alternative stellt die Messung der Schalleistung in einer Hallkammer dar. Auf die theoretischen Grundlagen dieses Verfahrens wird im Vortrag ebenso eingegangen wie auf die Kalibrierung. Die erreichbare Genauigkeit wird anhand eines praktischen Beispiels demonstriert und die Vor- und Nachteile des Verfahrens werden gegenübergestellt.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 4

Fahrzeugakustik III

Vergleich von Intensitäts- und Diffusfeld-Verfahren zur Messung der Schalldämmung an Fahrzeugbauteilen

Michael Haverkamp, Michael König

FORD-Werke AG Köln

Zur Bestimmung der Luftschalldämmung von Fahrzeugbauteilen werden häufig Messverfahren eingesetzt, die auf einer Messung der abgestrahlten Schall-Leistung im Diffusfeld beruhen. Dazu wird analog zur Bauakustik eine Anordnung von zwei Hallräumen verwendet, die eine diffuse Beschallung der Probe und eine diffuse Durchmischung aller abgestrahlten Schallanteile ermöglicht. Die Auswertung erfolgt in der

Regel in Terzen, das Ergebnis zeigt das Schalldämm-Maß des untersuchten Bauteils als Funktion der Frequenz. Im Gegensatz zur Bauakustik sind in der Fahrzeugtechnik zumeist Bauteile großer Komplexität mit einer beträchtlichen Zahl von Schallpfaden bzw. Teilschallquellen zu betrachten. Ein Nachteil des Diffusfeld-Verfahrens ist die fehlende Lokalisierbarkeit von Teilschallquellen. Es fehlt auch die Möglichkeit, das Messergebnis schmalbandig auszuwerten. Beide Nachteile können durch zusätzliche Messungen der Schallintensität ausgeglichen werden. Hier werden Ergebnisse vorgestellt, die zeigen, unter welchen Voraussetzungen das Schalldämm-Maß aus den Messwerten der Schallintensität bestimmt werden kann. Der Einfluss der Hüllflächenform auf das Ergebnis wird ebenso betrachtet wie der Einfluss von Komplexität und Oberflächenstruktur der Probe. Zur Charakterisierung der Isolationseigenschaften wird ein flächenbezogenes Schalldämm-Maß vorgeschlagen.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 4

Fahrzeugakustik III

Ein Modell zur Beschreibung von Reifenlärm

W. Kropp, K. Larsson, F. Wullens, P. Anderson, F.-X. Becot

Department of Applied Acoustics, Chalmers University of Technology, Sweden

Die Modellierung des Kontaktes zwischen Reifen und Fahrbahn und der damit verbundenen Geräuscentstehung ist eine der interessantesten Aufgaben im Feld der Lärmbekämpfung. Am „Department of Applied Acoustics, Chalmers University of Technology“ arbeitet seit einigen Jahren eine Gruppe mit der Erstellung eines Berechnungsmodells für Reifenlärm. Es besteht aus drei Teilen, einem Reifenmodell, einem Kontaktmodell und einem Abstrahlungsmodell. In einem Europäischen Projekt (RATIN) wurde für jedes dieser Teilmodelle Lösungen unterschiedlicher Art erarbeitet. Im Vortrag wird ein Überblick über diese Arbeit gegeben und Ergebnisse mit Messungen im Prüfstand (Luftschall und Körperschall) präsentiert und diskutiert

Do. 9:45 Uhr Raum FO 4

Fahrzeugakustik III

Eins aus 10²³ - über die Akustikoptimierung des derzeit leistungsstärksten PKW-CVT-Getriebes

C. Mohr, P. Schmid, A. Vietoris

LuK GmbH & Co.

Die multitronic(r) von Audi stellt das aktuell anspruchsvollste CVT -Getriebe (Continuously-Variable-Transmission) mit 310 Nm Motormoment und Spreizung 6 dar und erzielt erstmals bessere Beschleunigungs- und Verbrauchswerte als das bislang unerreichte ➡

Handschaftgetriebe. Das Herzstück der multitronic(r) ist ein Variator, bei dem eine Laschenkette als Umschlingungsmittel zum Einsatz kommt. Beim Einlaufen der Kette in die Kegelscheiben des Variators ergibt sich aufgrund ihres gliedrigen Aufbaus eine Abfolge von Auftreffimpulsen und damit eine Strukturanregung der Scheibensätze. Diese Anregung kann über verschiedene Übertragungswege zur Abstrahlung eines Laufgeräusches führen, zu dessen Optimierung das akustische Gesamtsystem bestehend aus Kette, Variator, Lagerung und Gehäuse betrachtet werden muss. Der akustischen Optimierung der Laschenkette kommt eine maßgebliche Bedeutung zu, weshalb Laschen unterschiedlicher Längen verbaut werden. Die verschiedenen Möglichkeiten zur Aneinanderreihung dieser unterschiedlich langen Laschen (sog. Teilungsfolgen) bewirken völlig unterschiedliche Geräuschverhalten. Mittels einer simulationstechnischen Nachbildung werden viele Millionen solcher Teilungsfolgen bewertet und einige Favoriten als Prototypen im Fahrzeug gegengemessen. Die Beurteilung erfolgt sowohl hinsichtlich der Einzeltonhaltigkeit als auch bezüglich einer Amplitudenmodulation der einzelnen Frequenzbänder. Die Schritte der Simulationsrechnung sowie die Verifikation mit Fahrzeugmessungen werden gezeigt. Beispielhaft wird anhand von Grundlagenuntersuchungen das akustische Optimierungs-Potential von Struktur-Maßnahmen wie Sandwich-Scheibensätzen und Entkopplung der Wälzlager dargestellt.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 4

Fahrzeugakustik III

Erprobung einer Hybridmethode zur Bestimmung äquivalenter Schallquellen am Reifen

E.-U. Saemann, F. Gauterin, C. Ropers

Continental AG - NVH Center

Mit der Methode der akustischen Holographie (STSF im Frequenzbereich und NS-STSF im Zeitbereich) wurde die sehr komplizierte Struktur der Schallquellenverteilung und der frequenzabhängigen Abstrahlcharakteristik von Reifen aufgezeigt. Aufbauend auf diese Ergebnisse wird im Rahmen des EU Projektes ACES (N GRD1-1999-1120) ein Werkzeug zur Anpassung der Schallabstrahlung des Reifens an die Luftschallempfindlichkeit des Fahrzeug entwickelt. Die Methode basiert auf einer Kombination der NS-STSF Datenerfassung und einer neuen robusten Inversen Boundary Element Methode. Die Anzahl der virtuellen Quellen zur Repräsentation der realen Schallquellenverteilung wird durch einen Satz äquivalenter Schallquellen minimiert. In Verbindung mit gemessenen Frequenzgängen kann so das akustische

Verhalten des Reifens in jedem Punkt mit vertretbarem Aufwand beschrieben werden. Es wurden mehrere Versuchsreifen mit unterschiedlicher Komplexität des Schallfeldes vermessen und es werden erste Ergebnisse vorgestellt.

Neben der modalen Anpassung der Schwingungen des Reifens an das Fahrzeug steht der Automobilindustrie somit auch ein Werkzeug zur Luftschallanpassung der Reifen zur Verfügung.

Eine weitere Anwendung findet die Methode bei der Verifizierung von FEM Modellierungen des Reifens, für die bisher keine Schnelleverteilungen auf der Oberfläche des drehenden Reifens zur Verfügung standen.

Do. 10:35 Uhr Raum FO 4

Fahrzeugakustik III

Aspekte der Schalltransmission bei mikroperforierten Absorbersystemen im Automobilbau. Grundlegende Untersuchungen und Beispiele aus der Praxis.

K. Pfaffelhuber, D. Patsouras, A. Schlipf

FAIST Automotive GmbH & Co. KG

Mikroperforierte Schallabsorbersysteme spielen im Automobilbau eine immer wichtigere Rolle, insbesondere in Anwendungen, in welchen die Schallabsorptionseigenschaften in vorhandene Bauteile integriert werden können. Beispiele hierfür sind Hitzeisulationskomponenten, Spritzgussluftführungsbauteile, Verkleidungsteile etc. Die vorgestellten Untersuchungen zeigen die Auswirkung der Perforation auf die Schalltransmission in Abhängigkeit von den Lochparametern und der Anordnung der perforierten Platte im Gesamtsystem.

Do. 14:30 Uhr Raum FO 4

Soundscapes

Evaluation von Soundscapes in durch Luftverkehr neubelasteten Wohnvierteln

C. Hüttenmoser

Oliva & Co., Schweiz

Der Vortrag befasst sich mit der Frage, wie sich lokale Soundscapes verändern, wenn Luftverkehr als neue Schallbelastung in einem Wohnviertel hinzukommt. Lokale Soundscapes sind Geräuschquellen, die Gegenstände und Vorgänge repräsentieren und auf einer direkten Assoziation mit den entsprechenden Geräuschsignalen beruhen. Es soll eine Antwort gegeben werden, ob die neue und zusätzliche Schallbelastung durch den Luftverkehr in die bereits existierenden, lokalen Soundscapes inkorporiert, oder zu einem zusätzlichen Beurteilungskriterium für die Wohngegend wird. Die Evaluation und die Bestimmung von Kontrasten verschiedener Soundscapes werden unterbreitet. Weiter werden

die Soundscapes nicht nur mit der Neubelastung durch den Luftverkehr mittels des akustischen Masses LAeq kontrolliert (energieäquivalenter Dauerschallpegel 06-22 Uhr), sondern auf der Wirkungsseite wird die wahrgenommene Störung gecheckt (Schweizer Fluglärmstudie 2000). Die Ergebnisse werden vorgestellt und unter anderem in Hinblick auf die Frage nach dem Verhältnis der Beurteilung der gesamten wahrgenommenen Störung und der wahrgenommenen Störung durch den Luftverkehr diskutiert.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 4

Soundscapes

Fluglärmbelastung in den Nachtrandstunden unter Berücksichtigung von Soundscapes und soziologischen Kontexten

C. Oliva

Oliva & Co., Schweiz

Der Beitrag befasst sich mit der Lärmbelästigung in den Nachtrandstunden und deren Auswirkungen auf den Schlaf. Die Ergebnisse beruhen auf den Daten der Lärmstudie 90 (Region der Flughäfen Genf und Zürich) und der Fluglärmstudie 2000 (Region des Flughafens Zürich). Die Aussagen der Lärmwirkungsforschung stützen sich weitgehend auf die Untersuchung, Befragung und Beobachtung von Individuen ab. Die Modelle, anhand derer die Wirkungsbeziehungen untersucht werden, basieren auf einem Schalldosis-Wirkungsansatz, der mittels Moderatorvariablen differenziert wird. Sowohl in den Aussagen wie auch in den Modellen gelingt es mit Hilfe der Moderatorvariablen nicht vollständig, relevante Einflussfaktoren wie soziologische Kontexte zu erfassen. Als Ergänzung zur Analyse von lediglich individuellen Merkmalen werden kollektive Merkmale eingeführt, insbesondere solche, die Soundscapes und soziologische Kontexte erfassen. Damit soll auf die Frage der Grenzwertsetzung eingegangen werden. Grenzwerte lassen sich umso besser rechtfertigen, je weniger zusätzliche Einflussgrößen, nebst der Schallimmission, die Störwirkung erklären.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 4

Soundscapes

Soundscapes vor dem Hintergrund der Geschichte. Lessings Kampfschrift gegen die Geräusche unseres Lebens.

Hans Jürgen Hereth

EPHEMERA, München

Der zentrale Beweggrund des „Lärms“, jenseits aller philosophischen Bestrebungen, ist die Massenwirkung und ein damit verbundener freier Meinungs austausch über dieses Thema so Lessing in seiner Kampfschrift gegen die Geräusche unseres Lebens erschienen 1908 in den Grenzfragen des Nerven- und Seelenlebens. Lärm ist für ihn kein rein

akustisches Problem, sondern hat Auswirkungen auf das psychologische und physiologische Empfinden, auf die Ontologie und Psychophysik. Sein sozialreformistischer Feldzug gilt dem Übermaß an Geräuschen. Deren Eindämmung ist untrennbar mit der Veränderung der hygienischen, rechtlicher, wirtschaftlichen und sozialpolitischen Bedingungen verbunden. Sein „Antilärmverein“ und dessen Hauspostille „Der Antirüpel“ und das „Recht auf Stille“ zeigen alle Formen industrieller Umweltverschmutzung auf und versuchen Abhilfe zu schaffen. In Teilbereichen gelingt ihm dies. Er begründet eine Art Kataster besonders lärmender Straßen, erreicht die Errichtung von Ruhezeiten vor Schulen, organisiert Leserbriefaktionen. Früh warnt er vor der, mit der massenmäßigen Verbreitung des Autos verbundenen Wandel der Morphologie der Städte. Doch sein Resümee ist ernüchternd: „unsere Sache kam zu früh. Morgen werden Millionen unter diesen Verkehrsformen leiden, die heute nur einige Hundert quälen“.

Do. 15:45 Uhr Raum FO 4

Soundscapes

Einflussgrößen für die Bewertung der Geräuschqualität von Straßenverkehr im Laborexperiment

G. Notbohm, D. Vjästfjäll, C. Gärtner, S. Schwarze

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Im EU-Forschungsprojekt SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise) wird das Ziel verfolgt, das im industriellen Produktdesign bewährte Konzept „Geräuschqualität“ auch auf Kfz-Außengeräusche und Straßenverkehrssituationen zu übertragen. Es stellt sich die Frage, welche Methoden zur Erfassung der Reaktionen in solch spezifischen akustischen Situationen (Soundscapes) geeignet sind.

In einem Laborexperiment der Universität Düsseldorf (vgl. Notbohm & Schwarze, DAGA 2002) wurden Verkehrsgeräusche von Großstadtstraßen paarweise miteinander verglichen, indem physiologische Reaktionen (Fingerpulsamplitude, Hautleitfähigkeit) während 4-minütiger Exposition und subjektive Beurteilungen per Fragebögen erfasst wurden. Obwohl die Schallpegel aller Geräusche auf ca. $L_{eq} = 83 \text{ dB(A)}$ angeglichen wurden, ließen sich deutliche Unterschiede in der Stärke der physiologischen und subjektiven Reaktionen auf die einzelnen Geräusche feststellen.

Dieselben Geräuschsituationen wurden von einem Projektpartner (Chalmers Universität Göteborg) mit dem Originalschallpegel in Laborexperimenten eingesetzt, in denen die Geräuschqualität mit gleichem Fragebogeninstrumentarium erfragt wurde. Für einige Geräuschpaare ergaben sich ähnliche Reaktionstendenzen wie im Düsseldorfer Experiment, für ein Geräuschpaar jedoch genau entgegengesetzte Ergebnisse.

Die gängigen akustischen Parameter geben keine plausible Erklärung für diese Befundlage. Deshalb wurde mit der schwedischen Stichprobe ein weiteres Experiment angesetzt, in dem diese Straßenverkehrsgereusche ebenfalls bei einem angeglichenen Leq von ca. 83 dB(A) beurteilt werden.

Nach Abschluss der Auswertungen sind Schlussfolgerungen zu einer Reihe offener Fragen möglich, z. B.: - Führt die Veränderung des Schallpegels in spezifischen akustischen Situationen zu einer Umkehrung der Bewertung zweier Geräusche? - Erweisen sich die verwendeten Methoden zur Erfassung der erlebten Geräuschqualität in unterschiedlichen experimentellen Settings als reliabel? - Lassen sich kulturelle (bzw. sprachliche) Unterschiede in der Bewertung der Geräuschqualität derselben Verkehrssituationen feststellen?

Do. 8:30 Uhr Raum FO 5

Sensorik II

Biegeschwingungen heterogener piezoelektrischer Bimorphwandler

Sigrun Hirsekorn

Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP)

Heterogene piezoelektrische Bimorphwandler bestehen aus zwei Schichten, einer piezoelektrischen und einer elastischen, die miteinander verklebt sind. Die piezoelektrische Schicht ist in Dickenrichtung polarisiert. Beide Oberflächen sind mit einer sehr dünnen Elektrodenschicht versehen. Mit einer elektrischen Wechselspannung können dann Dickenschwingungen der piezoelektrischen Schicht angeregt werden, die von einer entsprechenden oszillierenden Querkontraktion begleitet sind. Da das elastische Substrat diese Querkontraktion nicht erfährt, wird der Bimorphwandler insgesamt zu Biegeschwingungen angeregt und wird so zu einer leistungsstarken Schallquellen in Gasen und Flüssigkeiten. Ausgehend von den piezoelektrischen und elastodynamischen Grundgleichungen wird die Differentialgleichung der Biegeschwingungen von dünnen rechteckigen Bimorphwandlern abgeleitet, für Blattfedern endlicher Länge mit verschiedenen Randbedingungen gelöst sowie das Schwingungsverhalten in viskosen Flüssigkeiten betrachtet. Numerische Auswertungen der analytischen Ergebnisse für eine piezo-keramische Kompositschicht auf einer Stahlplatte als Substrat werden dargestellt.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 5

Sensorik II

Ultraschallmikroskopie mit Vektorkontrast

Wolfgang Grill

Institut für Experimentelle Physik II der Universität Leipzig

Basierend auf der Detektion von Amplitude und Phase akustischer Signale in Bezug auf eine elektronische Referenz wurden bei Frequenzen bis in den GHz-Bereich neue Verfahren der akustischen Rastermikroskopie entwickelt und eingesetzt. Dazu gehört die konfokale dreidimensionale Abbildung in Reflexion mit Phasenkontrast, die Oberflächentopographie mit einer Abstandsauflösung bis unter 1 nm, die Ultraschallholographie mit fokussierenden Wandlern, Verfahren der synthetischen Apertur, kombinierte örtliche und zeitliche Apodisierung, die akustische Nahfeldmikroskopie im GHz-Bereich und die akustische Korrelationsmikroskopie. Im Bereich der Sensorik werden die Einsatzmöglichkeiten der mikroskopischen Methoden bei der Mikroviskosimetrie, der Beobachtung chemischer Prozesse, der mechanischen Charakterisierung von funktional gradierten Werkstoffen und bei der Realisierung einer hochauflösenden Wasserwaage demonstriert.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 5

Sensorik II

FEM-unterstützte Netzwerksimulation kapazitiver Silizium-Mikrofonen

M. Földner*, **, A. Dehé*, R. Aigner*, R. Lerch**

**Infineon Technologies AG, München, **Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik, Erlangen*

In dem überwiegenden Teil heutiger Produkte werden Elektret-Kondensatormikrofone eingesetzt, die aufgrund ihrer eingeschränkten Temperaturstabilität manuell gelötet oder über aufwendige Federkonstruktionen aufgebaut werden. Im Zuge fortschreitender Miniatürisierung steigt die Nachfrage nach mikromechanischen Silizium-Mikrofonen in Form kompakter SMD-Bauelemente. Zu deren Herstellung wird die hochentwickelte Silizium-Planartechnologie der Mikroelektronik zusammen mit speziellen Fertigungsverfahren der Volumen- und Oberflächenmikromechanik verwendet. Die Modellierung und Simulation der Mikrofone ist zur Optimierung und Abstimmung von Prozess und Design unerlässlich. Diese konstruktive Vorgehensweise verringert die Zahl der Entwicklungszyklen mit der zeit- und kostenintensiven Herstellung und Prüfung der Muster. Aufgrund der Komplexität des kapazitiven Mikrofans mit elektrischen, mechanischen und akustischen Feldgrößen ist eine einheitliche analytische Beschreibung nicht möglich. Numerische Simulationen am Gesamtsystem sind dagegen nur unter erheblichen Zeit- und Rechenaufwand realisierbar und

für umfangreiche Parameterstudien nicht geeignet. Der vorgestellte Modellierungsansatz kombiniert Finite-Elemente Simulationen mit analytischen Näherungsrechnungen. Zunächst wird das Mikrofon in geeignete Teilkomponenten untergliedert und unter bestimmten Voraussetzungen durch konzentrierte Elemente dargestellt. Diese bilden ein analog elektrisches Netzwerkmodell des Mikrofons. Das Netzwerkmodell ist durch den modularen Aufbau einfach zu modifizieren und mit den Methoden der Netzwerkanalyse, etwa durch einen Schaltungssimulator, lösbar. Neuartige Membranformen mit federartigen Strukturen werden numerisch mit der Methode der Finiten-Elemente berechnet. Die Simulationsergebnisse bilden die Grundlage zur Ableitung neuer konzentrierter Elemente, die in das Netzwerkmodell integriert werden. Ergänzt um die elektrische Beschaltung liefert das Netzwerkmodell sowohl die frequenzabhängige Empfindlichkeit als auch das Rauschen der Mikrofone. Eingangsgrößen des Modells sind lediglich Material- und Geometrieparameter. Die experimentelle Überprüfung wird anhand von Messungen zur Eigenfrequenz und der Empfindlichkeit an realisierten Silizium-Mikrofonen durchgeführt.

Do. 9:45 Uhr Raum FO 5

Sensorik II

Silizium-Mikrofone in Hörgeräten - erste Ansätze

Ch. Weistenhöfer, T. Niederdränk

Siemens Audiologische Technik GmbH

In Hörgeräten werden seit langem erfolgreich Miniatur-Elektretmikrofone eingesetzt. In modernen Hörsystemen werden zudem mehrere omnidirektionale Mikrofone kombiniert, um Richtmikrofonsysteme zu realisieren. Zur Erzielung einer guten Richtwirkung bei solchen Multi-Mikrofon-Anordnungen müssen die Einzelmikrofone sehr gut übereinstimmen. Siliziummikrofone werden in Siliziummikromechnik hergestellt, besitzen eine geringe Exemplarstreuung und bieten sich somit zur Realisierung eines Mikrofonarrays an. Ein angenehmer Nebeneffekt ist der aufgrund der Massenfertigung zu erwartende günstigere Preis. Auch für Fertigung und Service ergeben sich wegen der prinzipiellen Möglichkeit zur Modularisierung Vorteile. Hörgeräte stellen an Mikrofone hohe Anforderungen hinsichtlich Platzbedarf, Empfindlichkeit und Eigenrauschen bei sehr niedrigen Betriebsspannungen und geringem Stromverbrauch. Weitere Untersuchungskriterien sind die elektromagnetische Verträglichkeit, das Körperschallverhalten, und die Temperatur- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit.

Nach einer Zusammenfassung der hohen Anforderungen an die Mikrofone in der beschriebenen Anwendung werden im Vortrag die im Rahmen des Verbundprojektes InFON entwickelten Siliziummikrofone vorgestellt und erste experimentelle Ergebnisse präsentiert.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 5

Sensorik II

Breitband - Luftultraschallwandler für einen künstlichen Fledermauskopf

A. Streicher¹, R. Lerch¹, R. Müller², A. J. Mubeezi-Magoola³

¹*Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Sensorik*

²*Biosonar Lab, Dept. of Animal Physiol., Universität Tübingen*

³*Antwerp University, Belgien*

Das Sonarsystem der Fledermäuse ist durch sein dynamisches Zusammenspiel von akustischer mit neuronaler Signalverarbeitung ein herausragendes Beispiel eines intelligent integrierten biologischen Systems. Bisherige Nachbildungen dieses biologischen Sonarsystems enthielten nur einige wenige Funktionsmerkmale und konnten somit kein vollständiges reales Abbild des natürlichen Systems erzeugen. Insbesondere die Auswirkung der Ohrmuschelform auf die Detektion des Schalls, die Beweglichkeit der Ohren und die maximal mögliche Signalbandbreite der abgestrahlten Schallwelle wurden nicht ausreichend berücksichtigt.

Das Chiroptera-Inspired Robotic Cephaloid (CIRCE)-Projekt* versucht nun, durch interdisziplinäre Zusammenarbeit von europäischen Forschungsgruppen mit unterschiedlichen Kompetenzen eine Lösung für dieses Problem zu entwickeln. Dabei sind folgende technischen Herausforderungen zu lösen: A) Entwicklung geeigneter Ohrmuschelformen zur Optimierung des Biosonars. B) Konstruktion eines mechanisch beweglichen Fledermauskopfes für eine realistische Bewegungen der Ohren. C) Aufbau eines aus DSPs aufgebauten neuronalen Netzwerkes, das eine qualitative und quantitative Wiedergabe der Signaldarstellung mit Nervenimpulsen ermöglicht. D) Entwicklung geeigneter Ultraschallwandler (Puls-Echo-Wandler), die in ihrem Frequenzbereich, in dem abgestrahlten Schalldruck sowie in dem akustischen Signalausgang dem Empfangs- und Sendesystem der Fledermäuse weitestgehend entsprechen. Besonders zu beachten sind hierbei die hohe Bandbreite von 20 - 200 kHz und der hohe SPL von 80 - 100 dB im Abstand von 1m bei einer maximalen Wandlerfläche von 15 x 15 mm. Mögliche Wandlormaterialien und Wandleraufbauten sind Gegenstand dieses Beitrags.

*(Finanziert durch die Europäische Kommission, LPS Initiative)

Do. 10:35 Uhr Raum FO 5

Sensorik II

Mikromechanische Silizium-Mikrofone als SMD-BauteileAlfons Dehé*Infineon Technologies AG, München*

Die Entwicklung von Silizium-Mikrofonen wird nun schon seit Jahrzehnten verfolgt. Aber erst seit kurzem reift die dazu notwendige Technologie derart heran, daß Produkte in Sicht kommen. Bei Infineon Technologies wird die Technologieentwicklung von Silizium-Mikrofonen seit 1998 betrieben. Als traditioneller Mikroelektronikhersteller besitzt Infineon die Kapazitäten und das know how um Mikrofone in großem Volumen herzustellen. Dies ist notwendig um die interessanten Märkte für Mikrofone zu bedienen. Hier ist insbesondere der Telekommunikationsmarkt zu nennen. Aber auch die kleineren Applikationen wie Freisprecheinrichtungen im KFZ und Mikrofone für Hörgeräte sind von Interesse. Jede Applikation hat ihre speziellen Herausforderungen an die Mikrofone. Je nach dem kommen die folgenden Vorteile von Silizium-Mikrofonen mit unterschiedlichem Gewicht zum Tragen:

Silizium-Mikrofone degradieren nicht mit Temperatur und mit der Zeit, so wie das bei Elektretkapseln der Fall ist. Deshalb können sie vorteilhaft in SMD-Gehäusen aufgebaut werden und mit Standard-Lötprozessen assembliert werden. Durch den Wafer/Los-Prozeß werden viele tausend Mikrofone parallel hergestellt. Dadurch können Exemplarstreuungen reduziert werden und Array-Anwendungen werden erschwinglich. Der Silizium-Prozeß erlaubt auch die Integration von Schaltungselektronik. Dies erweitert die Funktionalität der Bauteile. Silizium-Mikrofone haben bei geeigneter Gehäusetechnik das Potential deutlich kleiner zu werden als herkömmliche Elektretkapseln. Mit Silizium-Mikrofonen deren Membran nur 1mm Durchmesser aufweisen konnten schon hervorragende Eigenschaften demonstriert werden. Bei einer Spannungsversorgung von 2.5V wurden Empfindlichkeit von 14mV/Pa und äquivalente Eigenrauschpegel von 30dB(A) erzielt.

Do. 14:30 Uhr Raum FO 5

Lärm V

Vergleich von technischen Prognoseprogrammen für die Schallimmission mit physikalischen Berechnungen der Schallausbreitung im Freien.R. Matuschek, V. Mellert*Universität Oldenburg*

In den verschiedenen Ländern der EU haben sich über Jahre eigene Richtlinien und Prognoseprogramme für die Schallimmission entwickelt. Es besteht der Bedarf, europaweit die Schallausbreitung im Freien zum Zwecke der Immissionsprognose mit einer einheitlichen

Richtlinie zu berechnen. Diese Richtlinie sollte statt empirischer Formeln eher physikalisch begründete Variablen zur Berücksichtigung von z.B. meteorologischen Bedingungen und der Bodenimpedanz enthalten. Es wurde anhand einfacher Modellsituationen mit Hilfe eines „Fast Field Program“ numerisch untersucht, inwieweit die empirischen Ausbreitungsformeln die „tatsächlichen“ Bedingungen der Schallausbreitung berücksichtigen, für die sie ausgelegt wurden. Das Ergebnis zeigt die überaus gute Näherung der bekannten Richtlinien an die wirkliche Wellenausbreitung unter den gegebenen meteorologischen Bedingungen.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 5

Lärm V

Einfluss einer turbulenten Atmosphäre auf die Lärmimmission - Simulationen mit einem linearisierten Euler Modell

R. Blumrich, D. Heimann

Institut für Physik der Atmosphäre, DLR - Oberpfaffenhofen

Der Einfluss meteorologischer Faktoren auf die Schallausbreitung im Freien ist hinlänglich bekannt und wird bei Lärmprognosen mehr und mehr berücksichtigt. Die Turbulenz der Atmosphäre ist einer dieser Faktoren, der allerdings in den gängigen Lärmimmissions- prognoseverfahren noch nicht einbezogen wird. In ein kürzlich entwickeltes Modell, basierend auf der numerischen Integration der linearisierten Euler-Gleichungen (LE Modell), wurde die Option der Ausbreitungsrechnung in turbulenter Atmosphäre implementiert. Das LE Modell zeichnet sich durch die Fähigkeit aus, atmosphärische Inhomogenitäten vollständig in 3 Dimensionen berücksichtigen zu können. Es wird die Methode der Repräsentation der Turbulenz in dem LE Modell dargestellt und ihr Effekt auf die Lärmimmission (z.B. Kohärenzverlust im Schallfeld kohärenter Quellen, Streuung in Schattenzonen bei Gegenwindausbreitung) an Hand von Simulationen diskutiert.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 5

Lärm V

Methodik zur Bestimmung der Lärmbelastung in Städten nach der EU-Umgebungsrichtlinie

Wolfgang Probst, Heinrich Metzen

DataKustik GmbH

Die EU-Umgebungsrichtlinie verlangt eine Bestimmung der Gesamtzahl der Menschen, die in Gebäuden wohnen, an denen der in 4 m Höhe gemessene LDEN sowie der LNight in dB an der am stärksten lärmbelasteten Fassade in vorgegebenen Pegelintervallen liegt. Weiter ist anzugeben, wieviele unter diese Geräuschpegelbereiche fallende Personen in Wohngebäuden mit einer verhältnismäßig ruhigen Fassade leben. Die

Praxis zeigt, dass die üblicherweise berechneten und auf eine bestimmte Höhe über Grund bezogenen Lärmkarten keine geeignete Basis zur Ermittlung dieser Größen sind. Vielmehr ist es notwendig, die genannten Indikatoren für alle Gebäude in allen Stockwerken und im Abstand von 2m vor allen Fassaden zu berechnen, hieraus die kennzeichnenden Größen zu ermitteln und die statistische Auswertung durchzuführen. Die hierzu geeigneten Techniken werden sowohl grundsätzlich wie auch an praktischen Beispielen aufgezeigt. Es wird weiter dargestellt, wie das Instrument der von der EU verlangten strategischen Lärmkartierung ohne zusätzliche Datenerhebung zum wirksamen Werkzeug der Lärmbekämpfung in Städten und Kommunen ausgebaut werden kann.

Do. 15:45 Uhr Raum FO 5

Lärm V

Schaufelwechseldrücke und Schallabstrahlung bei einem Axialventilator unter turbulenter Zuströmung

Th. Carolus, M. Stremel

Universität Siegen, Institut für Fluid- und Thermodynamik

Bei Niederdruckaxialventilatoren, die in der Klima-, Geräte- und Kfz-Technik eingesetzt werden, dominiert oft der breitbandige Geräuschan teil (d.h. das Rauschen) im Spektrum. Der Beitrag befasst sich mit einer experimentellen Studie zu den aeroakustischen Schallquellen des Breitbandlärms bei turbulenter Zuströmung zum Ventilatorrotor. Die Zuströmturbulenz wird durch Einbauten im saugseitigen Kanal variiert, der örtliche Turbulenzgrad, das integrale Längenmaß in Richtung der Hauptströmung und quer zur Hauptströmung und das Energiespektrum der Geschwindigkeitsschwankungen werden mit Hitzdrahtanemometern ermittelt. Gemessen werden dann die Wechseldrücke auf einer rotierenden Ventilatorschaufel und das Spektrum des abgestrahlten Schalls. Die modellgestützte Auswertung der Messdaten zeigt, dass die Quellen an der Schaufelvorderkante durch die turbulente Zuströmung, an der Hinterkante durch die Fluktuationen in der Grenzschicht auf dem Schaufelprofil entstanden sein müssen.

Do. 8:30 Uhr Raum FO 6

Audio Coding

Introduction to perceptual coding of audio signalsKarlheinz Brandenburg*TU Ilmenau & Fraunhofer AEMT*

Since the first number of publication on coding of high quality audio signals explicitly using the knowledge about masking just 15 years ago, more research and applications have propelled the art of perceptual coding into widespread use. The paper introduces the main concepts behind classical filter based perceptual coding and looks at the limitations and prospects of the techniques used. The main work in filterbank based audio coding has focused on the following areas - Filter banks determine the basic possibilities for data reduction. More frequency resolution means better possible redundancy removal, more problems with time domain artifacts (preechoes) and more complexity - The perceptual model determines the possibilities for irrelevancy reduction. While more advanced models have been proposed for some time, most encoders still use very simple techniques to estimate the masked threshold. The state of the art in near transparent coding and its application to new audio formats concludes the paper.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 6

Audio Coding

Enhancing Perceptual Audio Coding through Spectral Band ReplicationMartin Dietz*Coding Technologies GmbH, Nürnberg*

Spectral Band Replication (SBR) is a novel technology Which significantly improves the compression efficiency of perceptual audio codecs. SBR reconstructs the high frequency components of an audio signal on the receiver side. Thus, it takes the burden of encoding and transmitting high frequency components off the encoder, allowing for a much higher audio quality at low datarates. SBR can be used to enhance any perceptual audio codec. The first SBR enhanced codec that has been introduced to the market was mp3PRO, which was launched in Summer 2001. aacPlus, the combination of AAC with SBR, is already used in digital broadcasting systems and will become a part of the MPEG-4 Audio Standard in May 2003. SBR is based on the fact that usually there is a high correlation between the high frequency part and the low frequency part of an audio signal. Hence, the high frequency part does not need to be transmitted, it can be reconstructed at the decoder side. This is done by means of transposition, followed by a careful equalization process in time and frequency. Finally, special tools are needed

to cover special signals where the assumption of high correlation is invalid. The paper will focus on the underlying technical ideas and the achievable efficiency improvements, but will also mention current and future applications of SBR.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 6

Audio Coding

Binaural Cue Coding: Rendering of Sources Mixed into a Mono Signal

Christof Faller

Agere Systems, NJ, USA und EPFL Lausanne, Switzerland

This paper reviews Binaural Cue Coding (BCC). BCC is a technique for reducing a number of source signals or a multi-channel audio signal to one audio channel plus side information. In the case when a number of source signals (e.g. multi-track recording) are reduced to a mono signal plus side information, the BCC synthesis allows rendering of each source as if the separate source signals were given. One type of side information supports different playback setups (e.g. binaural headphone playback, stereo loudspeaker playback, multi-channel loudspeaker playback). In the case when a stereo or multi-channel audio signal is reduced to a mono signal plus side information, the BCC synthesis renders a stereo or multi-channel audio signal with a spatial image similar to the original signal. The BCC representation of audio signals requires only a very low bitrate for transmission or storage. The mono signal can be coded with any conventional speech coder or audio coder and the BCC side information is very low compared to the bitrate required for one audio channel. Existing mono broadcasting or communications systems can be upgraded with BCC for spatial audio by transmitting the BCC side information in addition to the existing mono audio transmission.

Do. 9:45 Uhr Raum FO 6

Audio Coding

Progress on Parametric Coding for High-Quality Audio

E.G.P. Schuijers(1), A.W.J. Oomen(1), A.C. den Brinker(2), D.J. Breebaart(2)

(1) Philips Digital Systems Laboratories, (2) Philips Research Laboratories

In the course of the „MPEG-4 Extension 2“ standardisation process, a parametric coding scheme is under development. This coding scheme is based on the notion that any audio signal can be dissected into three objects. The three objects that are employed in the parametric coding scheme correspond to aspects, which are well known from both auditory perception as well as physical determinants of natural audio

signals. These objects are transients, sinusoids and noise. Each of these objects allows for an efficient parametric representation. The parametric coder is targeting medium to high quality for CD quality material, at bit-rates from 24 kbit/s stereo. The initial submission of the parametric coding scheme to MPEG was represented as reference Model 0 (RM0) in November 2001. Since that time, by means of a number of improvement proposals (Core Experiments), the maturity of the reference model has steadily increased. The major improvements consisted of the inclusion of parametric stereo and an alternative noise model. In line with the parameterisation of the mono signal, an efficient solution has been developed where the spatial image of a stereo signal is also parameterised using three types of parameters describing the spatial image. The change in the noise module consists of a non-uniform description of the spectral content using Laguerrefiltering. In the paper, we will outline all recent improvements that have been proposed in the course of MPEG4-Extension 2 standardisation. Furthermore, we will present subjective listening test results illustrating the quality of the parametric coding scheme.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 6

Audio Coding

Room Models and Object-Oriented Audio Coding: Advantages and Applications

Giorgio Zoia

Signal Processing Institute - EPFL, Lausanne, Switzerland

Coding and transmission of high quality, flexible and interactive acoustic scenes are gaining a more and more relevant place not only in audio, but also in multimedia and in virtual reality modeling. A realistic and immersive sound experience is recognized as fundamental for a satisfactory perception of a virtual space. At the same time, a consistent representation of a three-dimensional audio scene still represents a challenge. In fact, the amount of information to be stored and/or transmitted, the useful size of the listening area, the number of enabled degrees of interaction, the overall computational complexity and quality of sound are often conflicting requirements. In an object-oriented coding approach, the several sources are represented separately instead of being mixed into a suitable number of channels; if the sources can be further associated to appropriate models of the room acoustics, some important benefits can be obtained. First, the representation of the audio content is independent from the loudspeaker configuration; moreover, it is possible to reduce the overall amount of information in comparison to multi-channel coding formats, in principle without loss of quality; last, the listener may be able to interact with the content in a more realistic

and flexible way. The MPEG-4 Audio and Systems standards jointly allow, for the first time in a normative context, an object-oriented source coding with associated physical room description and perceptual features. Thanks to this hybrid coding scheme, quite innovative applications can be designed, which are characterized by highly scalability and complexity. A European consortium is working on technology for such applications.

Do. 10:35 Uhr Raum FO 6

Antriebsstrangakustik

Akustische Untersuchungen im Gesamtsystem Verbrennungsmotor-Getriebe

P. W. Gold, R. Schelenz, J. Fechler

Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung, RWTH Aachen

Die akustische Optimierung der Einzelkomponenten von Maschinen und Aggregaten ist Gegenstand intensiver Forschung. Aus dem bisher erarbeiteten Kenntnisstand um die inneren Erregermechanismen, die Körperschallleitung und die Abstrahleigenschaften der Einzelaggregate sind Vorgehensweisen zur akustischen Optimierung und die hierfür benötigten Hilfsmittel und Rechenwerkzeuge abgeleitet worden. Deren erfolgreicher Einsatz zeigt sich in der industriellen Praxis durch den Bau immer geräuschärmerer Einzelaggregate. Die getrennte akustische Optimierung an den Einzelaggregaten wirkt sich positiv auf das Geräuschverhalten einer Maschinenanlage aus, die aus mehreren Einzelkomponenten zusammengesetzt ist. Zunehmend werden die Konstrukteure bei steigenden Forderungen an die Geräuschminimierung jedoch mit dem Phänomen konfrontiert, dass die als Einzelkomponenten getrennt entwickelten, optimierten und erprobten Baugruppen im Zusammenspiel unerwünschte bzw. unvorhergesehene Geräusche verursachen. Die Ursache ist darin zu suchen, dass alle Elemente der maschinenakustischen Übertragungskette nicht unabhängige Größen der Einzelaggregate, sondern abhängig von deren Zusammenwirken im Gesamtsystem sind. Für die beiden Teilsysteme Verbrennungsmotor und Getriebe liegt bei den Motoren- und Getriebeherstellern bereits ein umfassendes Wissen für die getrennte akustische Optimierung vor. Für den Gesamtverbund aus Motor und Getriebe, dem so genannten Powertrain, bestehen hingegen nur begrenzte Erkenntnisse im Hinblick auf die akustische Interaktion und das akustische Verhalten beider Komponenten. Der Vortrag stellt ein Verfahren vor, das die maschinenakustische Übertragungskette eines Verbrennungsmotor-Getriebe-Verbunds analysiert und diese Übertragungskette, bestehend aus den dynamischen Anregungen im Antriebsstrang, dem Körperschallverhalten und der Luftschallcharakteristik, rechnerisch abbildet. Gezeigt wird das Vorgehen am Beispiel

eines Lkw-Motor-Getriebe-Verbunds sowie eines Pkw-Motor-Getriebe-Verbunds. Ausgehend von den Ergebnissen einer akustischen Vermessung der Versuchsträger werden die Simulationswerkzeuge, die Simulationstechniken und die Strategie aufgezeigt, die zur Abbildung des akustischen Verhaltens notwendig sind.

Do. 14:30 Uhr Raum FO 6

Antriebsstrangakustik

Analyse des Schwingungsverhaltens von Kraftfahrzeug-Triebsträngen

Thomas Beckmann, Jan-Welm Biermann

Institut für Kraftfahrwesen Aachen RWTH Aachen

An den Schwingungs- und Geräuschkomfort moderner Kraftfahrzeuge werden immer höhere Anforderungen gestellt. Für die Einhaltung der Komfortziele ist die Triebstrangdynamik nach wie vor von entscheidender Bedeutung. Diese hängt nicht nur von der Dimensionierung der Triebstrangbauteile, sondern zum Teil auch von der Betriebsstrategie ab. Die Analyse des dynamischen Verhaltens von Kraftfahrzeugtriebsträngen erfolgt daher heutzutage sowohl auf der Basis von Simulationsrechnungen als auch mit Hilfe von messtechnischen Untersuchungen. Der zielführende Einsatz entsprechender Entwicklungswerkzeuge für Simulation und Messung wird in diesem Beitrag anhand eines Entwicklungsbeispiels gezeigt.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 6

Antriebsstrangakustik

Drehschwingungsdynamik und Geräuschbildung am PKW Antrieb

Klaus Küpper, Harald Stoffels

NVH & New Technologies, R & D, Ford

Die Drehschwingungspegel in neuen PKW Antrieben erreichen mit steigendem Drehmoment des Motors unerreichte Höhen. Grund ist der Kundenwunsch nach hoher Fahrzeugbeschleunigung bei niedrigen, verbrauchsgünstigen Drehzahlen in allen Schaltstufen des Getriebes. Die hohen Pegel führen zu hohen Impulsanregungen im Getriebe, Resultat ist ein nicht akzeptables Rasselgeräusch. Es werden konstruktive Abhilfemaßnahmen vorgestellt.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 6

Antriebsstrangakustik

Objektives Beurteilungskriterium von Getriebegeräuschen im FahrzeuginnenraumA. Mors, H. Waubke*ZF Friedrichshafen AG, Institut für Schallforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*

Der laufende Fortschritt bei der Reduzierung und Dämmung dominierender Motoren- und Fahrzeuggeräusche in Personenkraftwagen erfordert es auch Getriebegeräusche stetig weiter zu reduzieren. Bereits während der Entwicklung wird neben der reinen Feststellung der Hörbarkeit auch ein Beurteilungskriterium für die Qualität der subjektiven Hörempfindung verwendet, das die Lästigkeit für Fahrzeuginsassen widerspiegeln soll. In der Praxis geschieht dies durch die subjektive Bewertungen durch den Testfahrer, bzw. mitfahrender Versuchspersonen anhand einer mittels beschreibender Attribute definierten, zehnstufigen Skala, dem Bewertungsindex BI. Der BI enthält neben der Lautstärke weitere psychoakustische Komponenten. Die subjektive Bewertung derselben führt, infolge von Stimmungslagen, Hörvermögen, persönlichem Geschmack, etc., zu intra- und interindividuellen Streuungen der Ergebnisse. Herkömmliche vorhandene automatisierte Bewertungsverfahren auf der Basis psychoakustischer Parameter reproduzieren die Ergebnisse des in der Zahnradfabrik Friedrichshafen verwendeten Beurteilungsverfahrens nur unzureichend. Im Rahmen eines neuen Bewertungsverfahrens wird insbesondere berücksichtigt, dass die Beurteilungskriterien auf dem Empfinden von Spezialisten der Getriebe-Akustik beruhen, die von den Kriterien die Laien anwenden, abweichen können. Es wurde ein zweistufiges Verfahren entwickelt, das im Fahrzeuginnenraum gewonnene Messdaten mittels des Softwarepakets STX des Instituts für Schallforschung nach verschiedenen akustischen und psychoakustischen Größen mit entsprechenden Gewichtungen in ihrem zeitlichen Verlauf auswertet. Anschließend werden aus diesen Werten mittels angepasster Algorithmen Indikatoren abgeleitet, die eine automatische Bewertung ergeben, welche der subjektiven Bewertung nahe kommt.

Do. 15:45 Uhr Raum FO 6

Antriebsstrangakustik

Akustische Optimierung der Aggregatlagerung am Fahrzeug

R. Haas

Freundenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik

Im Automobilbau werden Antrieb und Karosserie nahezu unabhängig voneinander entwickelt und konstruiert. Bis kurz vor Serienanlauf werden diese auch bezüglich ihres akustischen Verhaltens einzeln optimiert. Getrennt entwickelte Subkomponenten verursachen im Zusammenspiel jedoch unerwünschte beziehungsweise unvorhersagbare Geräusche. Hieraus ergibt sich oft der Wunsch des Herstellers zur akustischen Optimierung. Wünschenswert ist es die so erhaltenen Ergebnisse sowohl mit geringem Aufwand in der Serie umzusetzen, als auch die Konstruktion neuer Fahrzeuge kontinuierlich zu verbessern. Die meßtechnische Auswertung und anschließende Systembeurteilung ist der erste Schritt in dieser Richtung. Im Vortrag wird auf die akustische Analyse des Gesamtfahrzeuges in der Praxis eingegangen. Es wird gezeigt, auf welche Weisen akustische Schwachstellen meßtechnisch ermittelt und einzelnen Baugruppen oder Teilen zugeordnet werden können. Oft werden einzelne Schwächen im Antrieb, der Karosserie, Zusatzaggregaten oder der Dämmung zunächst der Aggregatlagerung zugeschrieben. Es werden ausgehend von der akustischen Bewertung der Aggregatlagerung als Schnittstelle zwischen Aggregat und Karosserie verschiedene Teilprobleme gezeigt, welche eine große Auswirkung auf den akustischen Komfort des Fahrzeuges haben. An verschiedenen Beispielen werden einige solcher Schwächen näher erläutert. Damit zeigt sich, daß es notwendig ist zur Auslegung der Aggregatlagerung das Gesamtsystem Fahrzeug zu betrachten. Diese sogenannte Systementwicklung soll kurz mit besonderem Blick auf die akustisch relevanten Themen erläutert werden. Abschließend werden verschiedene Maßnahmen im Bereich der Aggregatlagerung vorgestellt, welche großen Einfluß auf die akustische Übertragungskette haben.

Do. 8:30 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik I

Hörschwellenmessung: Vergleich zwischen Kopfhörer- und Lautsprecherwiedergabe

Jochen Kleber

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Bei der Wiedergabe von Schallereignissen sind deutliche Qualitätsunterschiede zwischen Lautsprecher- und Kopfhörerwiedergabe wahrzunehmen, wie z.B. Im-Kopf-Lokalisation. Als Grund hierfür wird u.a.

die akustische Belastung des Ohres durch den ohrnahen Schallwandler vermutet. In einem Hörversuch wurden die Hörschwellen in Abhängigkeit von der Wiedergabeart ermittelt. Hierfür wurden Kopfhörer ausgewählt, deren akustische Impedanz möglichst unterschiedlich ist, was durch vorangegangene Messungen ermittelt wurde. Für die Hörschwellenmessung wurden die Übertragungsfunktionen der verschiedenen Wiedergabearten im Ohrkanal gemessen und auf exakt gleichen komplexen Frequenzgang entzerrt. Als Messmethode für den Hörversuch wurde das Bekesy-Verfahren angewendet.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik I

Ermittlung von geometrischen Daten für die Entwicklung von Kinderkunstköpfen

Janina Fels

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Zusammenhänge zwischen dem kindlichen Wachstum und den für das räumliche Hören maßgeblichen Außenohrübertragungsfunktionen wurden bislang nur unzureichend untersucht. Dadurch bestehen Unsicherheiten bei audiologischen Untersuchungen sowie in der klinischen Anwendung kopfbezogener Verfahren bis hin zur Hörgeräteanpassung. Ein Problem stellt die Erfassung der Kopfabmessungen kleiner Kinder dar. Mit einem photogrammetrischem System wurden die zur Rekonstruktion eines Kunstkopfes notwendigen Maße mittels Stereo-Fotos von Kindern verschiedenen Alters entnommen. Ziele dieser Studie sind die Messung und die Berechnung von Außenohrübertragungsfunktionen auf Grundlage einer Geometriedatenbank der Kopfabmessungen von Kindern unterschiedlichen Alters, die Auswertung hinsichtlich unterschiedlicher Altersgruppen und somit die Schaffung von Grundlagen für einen oder mehrere Kinderkunstköpfe. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse vorgestellt.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik I

Grenzen der monauralen Zeitauflösung

Carsten Bogler, Christian Kaernbach

Institut für Allgemeine Psychologie, Leipzig

Zwei verschiedene Mechanismen führen zum Eindruck einer Tonhöhe bei periodischen Schallsignalen. Bei den spektral auflösbaren Harmonischen ($\leq 15 f_0$) wird das Erregungsmuster auf der Basilarmembran analysiert. Die zeitliche Periodizität, die im Hörnerv durch Spikes in entsprechendem zeitlichen Abstand wiedergefunden wird (z.B. alle 10 ms bei 100 Hz), wird bei den nicht mehr auflösbaren Harmonischen ($> 15 f_0$) analysiert. Durch Bestimmung des ebenmerklichen

Unterschieds der Periodizitätsdauer wollen wir die maximal mögliche zeitliche Auflösungsfähigkeit untersuchen. Für diese Experimente werden entsprechend hochpaßgefilterte und tiefpassmaskierte periodische Klickfolgen als Stimuli verwendet, die eine rein temporale Tonhöhe auslösen.

Do. 9:45 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik I

Zum Einfluss von Innenohrschwerhörigkeit auf die Lautheitssummation

M. Fruhmann, J. Chalupper*, H. Fastl

*AG Technische Akustik, MMK, TU München, * Siemens Audiologische Technik, Erlangen*

Die Auswirkungen von Schwerhörigkeit spiegeln sich nicht nur in einer erhöhten Ruhehörschwelle wider, sondern auch in einer Veränderung weiterer psychoakustischer Größen. Neben einer steileren Pegel-Lautheitsfunktion (Rekrutment) und einer zum Normalhörenden veränderten zeitlichen Auflösung, verringert sich bei Vorhandensein einer Innenohrschwerhörigkeit zudem das Frequenzauflösungsvermögen des Gehörs. Deshalb fällt die Lautheitssummation, also das Ansteigen der wahrgenommenen Lautheit bei spektraler Verbreiterung des dargebotenen Schalls, bei hörgeschädigten Personen wesentlich geringer aus als bei Normalhörenden. Die Veränderung der spektralen Lautheitssummation wurde an 8 Normal- und 7 Schwerhörenden Probanden untersucht. Dabei wurden mit Hilfe eines adaptiven 2-AFC Verfahrens Schmalbandrauschen um eine Mittenfrequenz von 2 kHz mit verschiedenen Bandbreiten auf gleiche wahrgenommene Lautheit eingeregelt. Um eine mögliche Abhängigkeit von der Schalldauer zu erfassen, wurden Schalldauern von 10 msec und 1 sec verwendet. Mit dem Dynamic Loudness Modell (DLM) nach Chalupper wurde versucht, die ermittelten Versuchsdaten zu diesem Effekt für Normal- und Schwerhörende nachzuvollziehen. Im Rahmen des Vortrags werden sowohl die gewonnenen Daten als auch die Ergebnisse der Berechnungen vorgestellt und diskutiert.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik I

OAE recovery after noise exposure

Karen Reuter, Dorte Hammershøj

Department of Acoustics, Aalborg University, Denmark

Over-exposure to noise is considered to be one of the main causes of hair cell damage and can result in temporary and permanent threshold shifts. Otoacoustic emissions (OAEs) are a by-product of the active mechanism of the outer hair cells and a sensitive measure of that cochlear function.



Measurements of OAEs before and after noise exposure suggest that OAE is a more sensitive measure than pure-tone audiometry and therefore might be a measure for the early identification of hearing loss. Until now OAEs are mainly used for newborn hearing screening, where the presence or absence of OAEs is used as a pass/ fail criterion, respectively. The prevalence is determined from broadband measures, e.g. the SNR or the reproducibility (the correlation between two independent measurements) of the OAEs, but individual OAEs show detailed characteristics, which might provide more information about the status of the inner ear. In this investigation normal hearing subjects are exposed to sound that causes a temporary threshold shift. OAEs are measured in certain time intervals after the exposure. From these measurements frequency specific changes in the OAE recovery are observed. Temporary effects on OAEs may have implications for the clinical interpretation of OAEs from permanently noise-damaged ears.

Do. 10:35 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik I

Anwendung einer nichtlinearen Hörverlustsimulation bei der Hörgeräteanpassung

J. Chalupper

Siemens Audiologische Technik

Im Gegensatz zu einer linearen Hörverlustsimulation können durch eine frequenzabhängige Dynamikexpansion neben der angehobenen Ruheschwelle auch wichtige nichtlineare Aspekte von Schwerhörigkeit wie Rekrutment und gestörte Zeit- und Frequenzauflösung für Normalhörende hörbar gemacht werden. Da derartige Verfahren auf einem Standard-PC nicht in Echtzeit gerechnet werden können, wurden bisher bei der Hörgeräteanpassung trotz der fehlenden Realitätsnähe lediglich lineare Verfahren zur Hörverlustsimulation eingesetzt. Wie auch eine nichtlineare Simulation bei der Hörgeräteanpassung angewendet werden kann, wird in diesem Beitrag beschrieben. Wesentliche Merkmale der hier vorgestellten Methode sind (I) Clusterung einer Audiogramm-Datenbank, (II) KEMAR-Aufnahmen mit Hörgeräten und (III) offline-Hörverlustsimulation. Anhand von Klangbeispielen werden Möglichkeiten und Grenzen der vorgestellten Methode diskutiert.

Do. 14:30 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik II

Echtzeit-Signalvorverarbeitung zur Störschallreduktion für technische Hörhilfen

W. H. Döring¹, J. Müller-Deile², J. Nicolai³, R. v. Hoesel⁴

¹Universitätsklinikum Aachen, ²Universitätsklinikum Kiel, ³Cochlear AG Basel, ⁴Cochlear Research Centrum Melbourne

Für die meisten Träger technischer Hörhilfen (Hörgeräte, Cochlea Implantate) stellen gesellschaftlich relevante Hörsituationen (Cafeteria, Familienfeiern, Parties, Diskussionsrunden etc.) eine große Herausforderung dar, da der sogenannte 'Cocktail-Party-Effekt', der normalerweise das Sprachverstehen in solchen Situationen durch Ausnutzung räumlicher Schallmerkmale deutlich verbessert, nicht oder nur partiell genutzt werden kann. Eine Echtzeit-Signalvorverarbeitung mit bilateraler Schallaufnahme kann die auditive Kommunikationsfähigkeit wesentlich verbessern. Dazu wurde ein tragbares Laborsystem aus drei Signalprozessoren und beidseits am Kopf zu tragenden 'Zwei-Mikrofon-Endfire-Arrays' entwickelt, das durch die superdirektive Mikrofoncharakteristik die räumliche Verteilung von Nutz- und Störschallquellen ausnutzt und durch die nachgeschaltete kohärenzbasierte spektrale Subtraktion die diffusen Signalanteile als Störschall abschwächt. Die Probanden konnten das System in unterschiedlichen realen Hörsituationen erproben und beurteilen. Die Sprachverständlichkeit in einer belebten Cafeteria wurde mit dem aktiven System als deutlich besser empfunden. Zusätzlich wurden Satztests in definierten Störschallsituationen durchgeführt. Dabei konnte bei gegebenem SNR durch die Vorverarbeitung eine Verbesserung der Verständlichkeit von 30-80% erzielt werden. Wenn leistungsfähigere Mikroprozessoren zur Verfügung stehen, könnte die beschriebene Vorverarbeitung in technische Hörhilfen integriert werden.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik II

Binaural Masking Level Differences for Speech of Two Bilateral Cochlear Implant Listeners

B. Laback, S. M. Pok, K. Schmid, W. A. Deutsch, W. D. Baumgartner
Acoustics Research Institute, Austrian Academy of Sciences

Bilateral cochlear implantation has gained more and more interest as reflected by the growing number of bilaterally implanted cochlear implant (CI) listeners. Free field studies using clinical CI processors revealed binaural advantages (as compared to the monaural condition) for speech reception in noise. In this study, binaural masking level differences (BMLDs) for speech (adaptive Oldenburger Sentence Test) were obtained from two postlingually deafened CI listeners (Combi40+,

Med-El), transmitting the stimuli directly into the auxiliary inputs of the speech processors (Tempo+, Med-El). This allows studying the relative contribution of ILD and ITD information in binaural speech processing. The monaural speech-reception-thresholds (SRTs) were 4-6 dB lower than for normal-hearing control subjects. A small but significant binaural summation effect occurred for one of the CI listeners, while for the other CI user it was below the significance level. The BMLDs for phase inversion (SPN0-S0N0 or S0NP-S0N0) were 2-3 dB in one listener and below the significance level in the other listener. The BMLDs for level difference (SLN0-S0N0 or SRN0-S0N0) were slightly above for one and slightly below the significance level for the other listener. In general, significant BMLDs occurred both for differences in interaural amplitude and phase between speech and noise, but they were considerably smaller than for normal hearing listeners. It appears that the binaural advantages reported in free field studies were mainly due to head-shadow effect.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik II

Mechanismen der Lokalisation mit bilateralem Cochlea Implantat Bernhard Seeber, Hugo Fastl, Uwe Baumann¹

AG Technische Akustik, TU München, München, ¹Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, und Ohrenkranke, Klinikum der Universität München

Cochlea Implantate reizen die Spiralganglienzellen des Hörnerven in wenigen, breiten Bereichen mit zeitlich diskreten Stromimpulsen, deren Amplitude quantisiert ist. Dies führt zu einer gegenüber Normalhörenden verschlechterten Zeit-, Frequenz- und Intensitätsauflösung. Trotz dieses Informationsverlustes können bilateral Cochlea-implantierte Probanden akustische Signale mit hoher Genauigkeit orten (Seeber et al., DAGA 2001). Im Vortrag werden die Ursachen für dieses Lokalisationsvermögen anhand eines bilateral versorgten CI-Trägers erläutert. Die möglichen Lokalisationsgrundlagen, nämlich das monaurale Spektrum und die interauralen Zeit- und Pegeldifferenzen werden dabei gezielt auf ihren Beitrag zur Lokalisation hin untersucht. Die Ergebnisse belegen eindeutig, daß die hohe Lokalisationsgenauigkeit auf der Auswertung interauraler Pegeldifferenzen beruht. Interaurale Zeitdifferenzen tragen offensichtlich kaum zur Lokalisationsleistung bei.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 7

Audiologische Akustik II

Vielkanaldynamikkompression auf der Basis einer auditorischen Filterbank

T. Peters, V. Hohmann

Medizinische Physik, Universität Oldenburg

Gegenstand dieser Studie ist eine mit kurzen Zeitkonstanten arbeitende Vielkanaldynamikkompression auf der Basis einer nichtlinearen auditorischen Filterbank. Diese Filterbank besteht aus einem linearen Analyse-Synthese-System mit einer kurzen Gesamtverzögerungszeit auf der Basis von Gammatonfiltern /1/ und einer damit verschalteten nichtlinearen, invertierbaren Kompensationsfilterbank /2/ die die pegelabhängige Verformung der auditorischen Filter nachbildet. In jedem Filterbankkanal wird eine instantane Einhüllendenkompression zur Kompensation des pathologischen Lautheitsanstiegs durchgeführt. Interaktion zwischen benachbarten Frequenzbändern ist lediglich durch den Überlapp zwischen benachbarten Filterbankkanälen gegeben. Das System wird anhand aktueller Lautheitsmodelle für Schwerhörnde und durch informelle Hörtests (Qualitätsvergleiche) evaluiert. Zur Beurteilung des Einflusses der nichtlinearen Kompensationsfilter wird das System zusätzlich auch ohne diese Filter getestet.

[gefördert vom BMBF (Kompetenzzentrum Hörtech)].

/1/ V. Hohmann (2002). Frequency analysis and synthesis using a Gammatone filterbank. *ACUSTICA-acta acustica*, vol. 88, pp. 433-442

/2/ M. Unoki, T. Irino, R. Patterson (2001), „Improvement of an IIR asymmetric compensation gammachirp filter,,, *Acoust. Sci. &Tech.*, vol. 22, no. 6, pp. 426-430.

Do. 8:30 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Geräuschminderung in Schienenfahrzeugen durch Anwendung der „Statistischen Energieanalyse“

L. Waroquier

BOMBARDIER TRANSPORTATION

Da Prototypen in der Schienenfahrzeugindustrie üblicherweise nicht mehr gebaut werden, sind Berechnungsprogramme für die Ingenieure eine wichtige, sogar notwendige, Hilfe für die Bewertung von akustischen Maßnahmen geworden. Auf Grund von großen Strukturabmessungen und hohen Eigenmodendichten der Schienenfahrzeuge wird die Statistische Energie Analyse häufig verwendet. So lassen sich z. B. Schalldämmeße von typischen Seitenwänden oder Fußböden berechnen sowie Körperschall- und Luftschallanteile am Gesamtschalldruckpegel von Fahrgasträume ermitteln. Um die immer strengeren Anforderungen der Kunden bzw. Richtlinien (wie TSI) an die Fahrzeuggeräusche sowie

an Kosten und Gewicht einzuhalten, wurde ein Prognosenmodell mittels der SEA für einen Regionalzug erstellt. Die daraus resultierenden Berechnungs- und Meßergebnisse werden in diesem Vortrag gegenübergestellt. Es wird gezeigt, wie das Model aufgebaut und validiert wurde. Abschließend werden Maßnahmen zur Geräuschkinderungen erarbeitet und das Verminderungspotential aufgezeigt.

Do. 8:55 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Schallemissionen an Schienenbahnen

A. Holzer

Bayer. Landesamt für Umweltschutz

Schallemissionen an Schienenbahnen Umfangreiche Messungen der Vorbeifahrtgeräusche von Zügen auf Nah- und Fernverkehrsstrecken im Raum München und Augsburg sowie an einer Steigungsstrecke (20%) werden vorgestellt. Diese Messwerte sind gemäß „Schall 03“ auf Stunden-Mittelungspegel normiert, nach VDI 3723 für die einzelnen Zugtypen energetisch gemittelt und dem „Grundwert“ 51 dB(A) gegenüber gestellt. Die Ergebnisse lassen auch Rückschlüsse auf den örtlichen Schienenzustand zu.

Do. 9:20 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Fahrzeugkorrekturwerte für Regionalverbrennungstriebwagen

Friedrich Krüger

STUVA e.V.

In der Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen an Schienenbahnen - Schall 03 - sind expliziert keine besonderen Angaben zu Korrekturwerten von Regionaltriebswagen mit Dieselantrieb enthalten. Nach Tabelle 4 - Einfluss der Fahrzeugart - fallen sie unter „alle übrigen Fahrzeugarten,, der Fahrzeugkorrekturwert beträgt hierfür DFz = 0 dB(A). In einer Studie zum akustischen Verhalten von Regionalverbrennungstriebwagen (RVT) erfolgten auch Schallmessungen am Messpunkt 25 m / 3,5 m. Aus diesen Messwerten kann ein Korrekturwert DFz für die in die Studie einbezogenen Fahrzeuge unter den vorgegebenen Fahrwegrandbedingungen abgeleitet werden. Diese Ergebnisse werden vorgestellt.

Do. 9:45 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Industrielle Anwendung von Noise-Management am Beispiel des LiREx

Hinnerk Stradtman*, Werner Marx**

*Alstom LHB, **Fahrzeugtechnik Dessau

Die Anforderungen an die Schallemissionen von Schienenfahrzeugen sind in den letzten Jahren erheblich gestiegen. Viele Lastenhefte weisen unabhängig von Fahrzeugkonzept und zulässiger Geschwindigkeit die gleichen Grenzwerte auf. Gleichzeitig haben sich immer mehr Methoden zur akustischen Auslegung der Fahrzeuge etabliert. So kann bereits im Vorfeld mit dem Kunden das Lastenheft diskutiert und ggf. an die speziellen Bedingungen des zu entwickelnden Fahrzeuges angepasst werden. Auf diese Weise können häufig bereits dem Entwicklungsvertrag realistische Zielwerte zugrunde gelegt werden. Nach einer zunächst groben Vorausberechnung werden die akustisch relevanten Baugruppen identifiziert, so dass akustische Spezifikationen für Unterlieferanten und Hauptkomponenten erarbeitet werden können. Im Laufe des Konstruktionsprozesses führen regelmäßige Design-Reviews und Überprüfungen der Arbeitsergebnisse der Unterlieferanten zu einer laufenden Verbesserung der Datenbasis für weitere Berechnungen und damit zu einem kontrollierten Entwicklungsprozess. Abschließende Messungen am Gesamtsystem dienen der Verifizierung der Auslegung und als Basis für eventuell notwendige Restoptimierungen.

Dieser Prozess wird am Beispiel des LiREx& dargestellt, wobei speziell auf die Auslegung der erstmals auf dem Dach montierten dieselelektrischen Antriebsanlage eingegangen wird: Schwerpunkte waren einerseits die Auslegung der Lagerstellen auf dem Dach, um Schwingungen und Körperschall vom Fahrgastraum fernzuhalten, und andererseits die Gestaltung einer ausreichend belüfteten Schallkapsel. Die Voraussagen wurden durch Messungen an der Antriebsanlage bestätigt. Nach positiven Erfahrungen an anderen Fahrzeugen wurde auf die für Leichtbau und Recycling ungünstige Entdröhnung der Wagenkästen verzichtet - mit Ausnahme der Blechfelder unter zwei der vier Antriebsanlagen, um Vergleichsmessungen durchführen zu können.

Das entwicklungsbegleitende Akustik-Management beim LiREx& hat sich bewährt: Insbesondere fällt der niedrige Anteil der Antriebsanlage am ohnehin niedrigen Schallpegel auf.

Do. 10:10 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Computersimulationen des Rad-Schiene RollgeräuschsB. Asmussen*Deutsche Bahn AG, DB Systemtechnik, München*

Im Geschwindigkeitsbereich von 80 km/h bis 250 km/h ist das Rad/Schiene Rollgeräusch die intensivste Lärmquelle beim Eisenbahnbetrieb. Die Schallemission wird überwiegend von Rad, Schiene und Schwelle verursacht. Ausgelöst wird das Rollgeräusch von Rauheiten in der Größenordnung 10 - 50 Mikrometer im Wellenlängenbereich 1 cm - 10 cm auf den Oberflächen von Schiene und Rad. Beim gegenseitigen Abtasten dieser beiden Oberflächen während des Abrollens entsteht eine zeitabhängige Kontaktkraft, die Schiene, Radscheibe und Schwelle zur Schallabstrahlung anregt. Zur quantitativen Prognose von Rollgeräuschen bei vorgegebenen Oberflächenrauheiten wurden die Simulationsprogramme RIM und TWINS entwickelt. Der Vortrag beschreibt die Grundlagen solcher Simulationen und die Modellierung der einzelnen Komponenten (Rad, Rad-Schiene Kontakt, Schiene, Elastische Zwischenlage, Schwelle Schotterbett). An Hand konkreter Beispiele wird aufgezeigt, wie die einzelnen Bestandteile des Rad/Schiene Systems zur Luftschallemission beitragen und wie deren Eigenschaften mittels Simulationsrechnungen akustisch optimiert werden können.

Do. 10:35 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Measurement of rail and wheel roughness in relation to prEN 3095 / prEN 3381Henrik W. Thrane*Ødegaard & Danneskiold-Samsøe A/S*

This paper will describe a measuring device for measuring of the roughness of the rail and wheels in the acoustical interesting wavelength range. The measuring principle and the signal analysis applied will be described. Furthermore, the proposed standards prEN 3095 and prEN 3381 concerning measurement of external and internal noise from trains will be discussed, especially with respect to the proposed roughness limit. Please note: The paper will be written in German and the oral presentation will be in German

Do. 14:30 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Beschreibung von Schienenverkehrsquellen durch Parametervorstellung

Margeet Beuving, Annemarie van Beek

AEA Technology Rail BV, The Netherlands, Utrecht

In den meisten Rechenverfahren für Schienenverkehrslärm stützt die Beschreibung der Quelle auf empirischen Daten. Die Vorbeifahrtgeräuschen einer großen Anzahl von Zügen wurde gemessen, daraus wurde eine Regressionskurve (Schallpegel gegen Geschwindigkeit) hergestellt und dieser Wert geht als Eingangswert (in Deutschland „Grundwert“) in die Ausbreitungsberechnung hinein. Dieses empirische Verfahren läßt es nicht zu, daß neue oder gar ausländische Fahrzeug- oder Oberbautypen schnell in eine bestehende Rechenmethode miteinbezogen werden. Im Harmonoiseprojekt sollen daher eher Parametervorstellungen anstatt empirische Daten zur Quellenbeschreibung benutzt werden. Für einen weiten Bereich von Geschwindigkeiten ist das Rollgeräusch, das von Rad- und Schienenrauigkeit erzeugt wird, der bestimmende Entstehungsmechanismus. Dies ist durch eine Reihe von Parametern bestimmt, deren Einfluß aus früheren Untersuchungen weitgehend bekannt ist. Ziel der weiteren Untersuchungen ist es festzustellen, ob durch Sammlung der ausschlaggebenden Parametergrößen und Ansetzung dieser Werten in einem Parametermodell die Schallemission aller verschiedensten Zug- und Oberbauarten ausreichend genau vorhergesagt und beschrieben werden kann. Allerdings wird die Fahrgeschwindigkeit dieser Methode eine obere Anwendbarkeitsgrenze stellen; Strömungsgeräusche sind wahrscheinlich noch nicht durch eine solche Vorstellung abzudecken.

Do. 14:55 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Messung und Beurteilung von sekundärem Luftschall des Eisenbahnverkehrs

M. T. Kalivoda, M. Jaksch

psiA-Consult GmbH, Wien

Im deutschsprachigen Raum existieren eine Reihe von Regelwerken und Vorschriften zur Messung und Beurteilung von sekundärem Luftschall von Schienenstrecken. Im Rahmen der Forschungsinitiative lärm- und erschütterungsarmer Oberbau der österreichischen Schieneninfrastrukturerrichtungsgesellschaften ÖBB-FW, HLAG und BEG fand eine Meßkampagne statt, bei der die verschiedenen Methoden untersucht und verglichen wurden. Dabei wurde an jeweils fünf Punkten im Raum der Luftschall und gleichzeitig an drei Punkten an Boden, Wand und Decke die Schwingungen (Schwingschnelle) gemessen. Ziel der hier

vorgestellten Studie war es weiters, ausgehend von den gemessenen Bauteilschwingungen $L_{a,vib}$ einen empirischen Zusammenhang zum Luftschallpegel im Raum $L_{p,terz}$ und in der Folge zu einem Beurteilungspegel L_B zu finden. Dieser Zusammenhang sollte dann mit der einfachsten Meßkonfiguration realisiert werden. Die Auswertungen haben gezeigt, daß es für die Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse sehr wichtig ist, sehr genau definierte Mikrofonpositionen im Raum zu besitzen. Auf der anderen Seite ist es notwendig, das Schallfeld möglichst komplett zu erfassen und eine möglichst eine zufällige Verteilung der Mikrofone im Raum zu verwenden. Die Anordnung der Mikrofone in den Raumecken hat sich hier als brauchbarer Kompromiß deutlich abgezeichnet. Für den A-bewerteten Rauminnenpegel wurde sodann ein empirischer Zusammenhang zu den Schwingungen der raumbegrenzenden Bauteile erhalten.

Do. 15:20 Uhr Raum FO 8

Schienenfahrzeuge

Messung und Beurteilung von sekundärem Luftschall des Eisenbahnverkehrs

Johannes Onnich, Stefan Jäger

DB-Systemtechnik, München

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. Auf Grund der rasanten Entwicklung auf den Gebieten Bau von neuen Schienenfahrzeugen, neuen Schienenwegen, neuen Anlagen und Lärminderungsmaßnahmen auf diesen Gebieten, ist es angebracht, auf der Basis 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 die Ziele des Projektes und die Einbettung dieses Projektes in die internationalen Aktivitäten, wie z.B. der EU-Umgebungs-lärmrichtlinie, berichtet werden.

Do. 8:30 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Explorative Lernformen für eine web-basierte Lehre der Akustik

Fanny Klett

Institut für Medientechnik; Technische Universität Ilmenau

In dem Beitrag wird zunächst die Reichweite des virtuellen Klassenraums ED-MEDIA, der hoch interaktiv und innovativ gestaltete Lehrinhalte über das World Wide Web anbietet, diskutiert. Ein weiterer Gegenstand ist die adäquate Darstellung akustischer Lehrinhalte in der Bibliothek mit Hilfe von statischen und dynamischen Visualisierungen (mit festen Pfaden bzw. Real-Time-Rendern), die neuartige, explorative Lernformen ermöglichen. ED-MEDIA vereint eine datenbankbasierte Wissensbasis mit der multimedialen Präsentation granularer Inhalte und einer lernerzentrierten Benutzerführung. Eine Forcierung der Lernaktivitäten wird durch die zweckmäßige Wissenspräsentation erreicht. Durch zahlreiche Studien wird empirisch belegt, dass Illustrationen und insbesondere multiple Darstellungen eine positive Auswirkung auf die Lerneffizienz von Texten besitzen, indem sie das Lernergebnis fördern. Geringe Ladezeiten und Echtzeitabspielfähigkeit stellen sich ebenso als wichtige Faktoren für ein motiviertes Lernen. Auf Grund der relativ geringen Dateigrößen eignen sich VR-Animationen und -Simulationen hervorragend für die Integration in einen online-basierten Lernraum, da im Gegensatz zu konventionellen Animationen ein hohes Maß an Interaktivität bei verhältnismäßig kleinen Dateigrößen verwirklicht werden kann. Darüber hinaus sind Darstellungen mit höherer Komplexität und Auflösung möglich. Somit können noch detailreichere Illustrationen erstellt werden, die dem Betrachter mehr Unterstützung beim Lernen geben würden. Um die Funktionalität der virtuellen Lernumgebung zu steigern, wird der interaktive Zugriff auf die integrierten modularen Inhalte durch eine effektive Nutzerverwaltung geregelt. Der virtuelle Lernraum ermöglicht die Nutzung verschiedener Modalitäten sowohl für Lernende, als auch für Autoren. Die Kommunikationsplattform ermöglicht die Entstehung von learning communities, wobei die Kollaboration zwischen Lernenden und Tutoren sowie zwischen den Lernenden intensiviert wird. Der Schwerpunkt der Visualisierungen liegt zur Zeit bei der Darstellung von Aufnahme- und Beschallungstechniken u.a.

Do. 8:55 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Konzeption und Realisierung von multimedialen Lehrmoduln zur Signalverarbeitung und PsychoakustikU. Kordon*Technische Universität Dresden / Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

Im Rahmen des BMBF-Förderprogrammes „Neue Medien in der Bildung“ soll in einem Verbundprojekt von 4 Universitäten bzw. Hochschulen ein E-Learning-Studiengang zur Informations-, Kommunikations- und Medientechnik realisiert werden. Die TU Dresden als ein Projektpartner hat dabei die Erarbeitung von zwei multimedialen Lehrmoduln „Signalverarbeitung“ und „Psychoakustik“ übernommen. Im Beitrag werden die für die Realisierung dieser Module notwendigen inhaltlichen und technischen Voraussetzungen und erste Ergebnisse vorgestellt. Im Vordergrund stehen dabei die multimedialen Komponenten, wobei die unterschiedlichen Ansätze Videostreaming von Präsenzvorlesungen, Animationen zur (passiven) Demonstration sowie interaktive Elemente diskutiert und an ausgewählten Beispielen demonstriert werden.

Do. 9:20 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Physik- und Akustik-Ausbildung in Polen am Beispiel der Adam Mickiewicz Universität in PoznanEdward Hojan*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz Universit, Poland*

Total number of students in Poland the institutions of higher education at the university levels amounts to 630.000 which makes 15 students per 1000 citizens. Presently in Poland, there are 13 Universities, 18 Technical Universities and 12 Medical Academies in which physics is learned at selected branches of the studies. The subject of acoustics is learned at 15 schools. The Faculty of Physics University of Adam Mickiewicz in Poznan comprises now the Institute of Acoustics, the Institute of Physics and the Astronomical Observatory, The Faculty of Physics offers day and extramural courses. The five-year day courses are: Astronomy, Physics. Within the direction of Physics there are offer 11 specialisation's. The studies are realised in two stages - after 3 years students get a licentiate degree and after 2 more, having presented a Master's thesis, they get a professional title of Master of Science. The curricula for the specializations: Acoustics, Biophysics, Experimental Physics, Computer Physics, Theoretical Physics and Environment Protection differ only in the course and monographic lectures in the programme of the 4th and

5th years of study. In cooperation with the Medical Academy of Poznan we lead three-year day courses for licentiate in Hearing Prosthetics. Graduates are entitled to fit hearing aid devices and run hearing-aids services. The Faculty of Physics offers four-year courses within the Doctoral Studies in the specialisation's of condensed state physics, optics and acoustics.

Do. 9:45 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Beamer und Internet — Möglichkeiten und Grenzen neuer Medien im Unterricht

Malte Kob

Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen, Universitätsklinikum Aachen

Der Einsatz eines Datenprojektors (Beamer) sowie eines Laptops mit Internetanschluß ist in vielen Hörsälen und Unterrichtsräumen mittlerweile technisch möglich. Dennoch wird oft noch auf den Einsatz elektronischer Hilfsmittel in der Lehre verzichtet. Ob der Einsatz neuer Medien beim Unterrichten akustischer Lehrinhalte eine Verbesserung der Lehre bewirkt, hängt sicherlich primär von der Struktur und dem Inhalt des Lehrstoffs ab. Die Verpackung von Informationen in moderne Gewänder wie Animationen, Java-Applets und Klangbeispiele erschließt den Studierenden jedoch oft einen guten Zugang zu komplexen Sachverhalten, die auch im Gedächtnis bleiben, wenn die Prüfungsvorbereitung „offline“ geschieht. Es werden in diesem Beitrag Beispiele für die multimediale Darstellung von Lehrinhalten im Internet dargestellt und ihre Einsatzmöglichkeiten diskutiert. Weiterhin wird eine Linksammlung zur multimedialen akustischen Lehre vorgestellt, zu der eigene multimediale Lehrinhalte hinzugefügt werden können.

Do. 10:10 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Erfahrungen zur Einbindung von Entwurfsaufgaben und Exkursionen in die Lehre der Akustik im Architekturstudium

H. Goydke

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) sowie Institut für Grundlagen des Entwerfens der TU Braunschweig

Die Lehre der Akustik lässt sich den Studierenden der Architektur heute interessant und eindrucksvoll vermitteln, indem z.B. PowerPoint-Präsentationen mit Video- und Audio-Komponenten eingesetzt werden. Auf vielfältiges Material kann inzwischen auch im Internet zurückgegriffen werden. Erfahrungen aus mehrjähriger Erprobung zeigen, dass sich durch das teilweise Verlagern der Vorlesung in Akustiklaboratorien, Prüfanstalten etc. insbesondere aber durch Erläuterungen „vor Ort“

bei Exkursionen zu attraktiven ausgeführten Baubeispielen der wünschenswerten Praxisbezug herstellen lässt. Darüberhinaus hat sich zusätzlich der Versuch als erfolgreich erwiesen, beim Architekturstudierenden auch Erfahrung in der Anwendung bau- und raumakustischer Prinzipien und eine nachweisliche Durchdringung des Lehrstoffes zu erreichen, indem einschlägige Entwurfsaufgaben angeboten und intensiv betreut werden. Die Effizienz dieser Form der Lehre der Akustik im Architekturstudium wird auf der Basis erprobter Beispiele diskutiert.

Do. 10:35 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Auralization as a tool in room acoustics education

Mendel Kleiner

Chalmers Technische Hochschule, Göteborg, Schweden

In teaching room acoustics it is useful to help students understand phenomena such as direct sound, reverberant sound, flutter echo, early/late ratios etc. It is also essential that the students are able to have an impression of the validity and meaning of various room acoustic measures. Auralization, sound field simulation of room acoustic conditions is the aural equivalent of visualization, can help in this teaching task. At Chalmers' Department of Applied Acoustics we have since 1992 successfully used auralization in our teaching, primarily in room acoustics. Students are now much better motivated and have more confidence in the design process. For example, in education it is usually not possible for students to travel between various hall within a large enough variational range. Auralization will also help in answering the many „What if“ questions that students may ask, in the real hall it is usually not possible to change the set-up on stage or the angles of reflectors for example. The experience shows that even persons with considerable knowledge of acoustics may gain further insight into room acoustics by the use of auralization. Auralization will play an important role in future education and research in room acoustics.

Do. 14:30 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Webbasiertes Lernprogramm SchaDä

H. Röseler, S. Litjens, S. R. Mehra

Universität Stuttgart

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Vorhabens „Multimediales Lernnetz Bauphysik“ sollen auch neue Formen der Lehre in der Akustik erarbeitet und erprobt werden. Unter anderem wird dabei ein webbasiertes Lernprogramm zur Berechnung der Schalldämmung von Bauteilen im eingebauten Zustand nach DIN EN 12354 entwickelt.

Das neu entwickelte Lernprogramm SchDä rechnet unter Zugrundelegung tatsächlicher Randbedingungen und besitzt die Besonderheit, dass es eine gemeinsame Eingabeoberfläche mit anderen im Projekt integrierten bauphysikalischen Berechnungsprogrammen aus den Teilgebieten Wärme, Feuchte und Raumakustik besitzt. Durch das einheitliche Interface wird der Einarbeitungsaufwand für den Nutzer minimiert. Sämtliche Programme werden in einer plattformunabhängigen Sprache geschrieben und können genutzt werden, ohne das Lernnetz verlassen zu müssen. Die erstellten Ein- und Ausgabedaten werden vom System verwaltet und sind jederzeit abruf-, vergleich- und auswertbar.

Do. 14:55 Uhr Raum AS

Lehre in der Akustik

Multimediale Darstellung von Problemen der Rohrakustik mit Hilfe des TubeDesigners

F. Ranostaj, A. Lacroix

Institut für Angewandte Physik, J. W. Goethe-Universität Frankfurt

Der TubeDesigner ist ein System zur Präsentation und Vermittlung der Theorie und Anwendung der Rohrakustik. Die Rohrkonfiguration wird dabei durch Kreuzgliedketten-Strukturen repräsentiert. Die Kreuzgliedketten-Struktur ist bekanntermaßen ein signaltheoretisches Analogon zur Schallausbreitung in einem stückweise homogenen Rohr variierenden Querschnitts. Der TubeDesigner stellt den Querschnittsverlauf des Rohrs sowie dessen Übertragungsfunktion nach Betrag und Phase dar. Zusätzlich zu der Visualisierung kann die Wirkung der Rohrkonfiguration auch auditiv beurteilt werden. Dazu kann das eingestellte Rohrsystem wahlweise mit weißem Rauschen oder mit einer Impulsfolge angeregt werden. Der TubeDesigner eignet sich zur Beschreibung und Darstellung von Problemen der Rohrakustik, insbesondere zur Untersuchung von Schalldämmern, wie sie im Automobilbau verwendet werden, in der Bauakustik, beispielsweise wenn man Schalleigenschaften von Lüftungs- und Klimaanlage betrachtet, oder zur Untersuchung von Blasinstrumenten. Unser primäres Interesse liegt in der Beschreibung der Sprachproduktion, für die weitere Anregungsformen vorgesehen sind. Beispielsweise ist es möglich, die Spektralkurve für unterschiedliche Parameter des Oliveira-Modells darzustellen - beziehungsweise die Änderung der Vokaltraktform, wenn der Vokaltrakt diese kompensiert. Mit dem 1+1 Massenmodell kann die Wirkung der Aufhebung der Quellen-Filter-Trennung untersucht werden. Durch eine Anregung mit einem Residualsignal gelingt eine sehr natürliche Sprachproduktion. Desweiteren wird zur Beschreibung der Abstrahlung des Schalls am Rohrende Differentiation oder eine Präemphase verwendet. Mit einer automatischen Parameterbestimmung für die genannten Komponenten wird für gesprochene Sprache eine instantane Visualisierung des sich durch die Artikulation ergebenden Querschnittsverlaufs möglich.

Do. 8:30 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren I

Das Hommsche Auge, ein Test für numerische VerfahrenB. Schwarz-Röhr*Uni Oldenburg, Physik – Akustik*

Das von Anton Homm vorgeschlagene Modell besteht aus einer Hohlkugel mit dünnen, schallharten Wänden. Innen- und Aussenraum sind durch einen Schlitz gekoppelt. Die Schallstreuung am Hommschen Auge kann analytisch berechnet werden. Damit steht ein Testfall für numerische Verfahren (z. B. Boundary Elemente) zur Verfügung.

Do. 8:55 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren I

Verwendung der zeitlichen Rücktransformation zur Berücksichtigung der Kausalität in Spektren mehrdimensionaler Fourier TransformationenH. Waubke*Österreichische Akademie der Wissenschaften*

Üblicherweise wird die Fourier, Hankel oder Mellin Transformation für die Transformation räumlicher Koordinaten partieller Differentialgleichungen der Dynamik angewendet. Für die zeitliche Transformation transienter Vorgänge wird üblicherweise die Laplace Transformation und für stationäre Signale die Fourier Transformation angewendet. Im weiteren soll ein einheitliches Vorgehen beschreiben werden, bei dem die Differentialgleichungen unabhängig von der Belastung in orthogonalen Koordinaten entwickelt werden und anschließend die Fourier Transformation auf alle räumlichen und die zeitliche Koordinate angewandt wird. Das lineare partielle Differentialgleichungssystem wird dabei in ein lineares Gleichungssystem überführt und sowohl homogene als partikuläre Lösung durch Matrizenrechnung bestimmt. Die zeitliche Kausalität wird erreicht, indem das Spektrum zeitlich rücktransformiert wird. Nach der eindimensionalen Rücktransformation liefert die partikuläre Lösung Funktionen, die antisymmetrisch in der Zeit sind. Diese können mit Hilfe der homogenen Lösung, die symmetrische Lösungen liefert, in einseitige Funktionen umgerechnet werden. Eine Rücktransformation ist nicht erforderlich lediglich die Koeffizienten der homogenen Lösungen werden bestimmt. Sollen spektrale Greensche Funktionen bestimmt werden, so ist es erforderlich die räumliche Rücktransformation durchzuführen. Erst an dieser Stelle wird durch Koordinatentransformation im Spektrum die zweckmäßige Form der Rücktransformation festgelegt. Die Hermitesche Eigenschaft der Fourier Transformation sind dabei hilfreich die richtigen Schnitte an den Verzweigungen der singulären Integrale festzulegen. Das Konzept wird auf das

isotrope und orthotrope Kontinuum und auf die Plattengleichung unter dynamischer Belastung angewendet.

Do. 9:20 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren I

Numerische Simulation von CW-Wellenfeldern hoher Intensität

A. Döhle^{1,2}, J. Hoffelner¹, H. Landes¹, R. Lerch¹

¹*Lehrstuhl für Sensorik, Universität Erlangen;* ²*Robert Bosch GmbH, Stuttgart*

Hochleistungs-Ultraschall ist in einer Vielzahl von medizinischen und industriellen Anwendungen wie Lithotripsie, Ultraschallreinigung, Ultraschallschweißen und Sonochemie zu einem wichtigen Bestandteil geworden. In all diesen Anwendungen müssen bereits während der Entwicklungsphase die nichtlinearen Effekte, die in hochintensiven Schallwellen auftreten, berücksichtigt werden. In den letzten Jahren haben die Autoren daher eine bereits existierende Simulationsumgebung um eine Finite-Elemente-Formulierung der von Kuznetsov abgeleiteten nichtlinearen Schallfeldgleichung erweitert. Diese Implementierung wurde bereits für Abstrahlprobleme verifiziert, und erfolgreich auf Untersuchungen von hochintensiven fokussierenden (HIFU) Ultraschallquellen angewendet, die mit kurzen Spannungspulsen angeregt wurden. Darüberhinaus besteht in der Simulationsumgebung die Möglichkeit der Ankopplung an ein Strömungssimulationsprogramm, womit zusätzlich die durch den Schall induzierten globalen Flüssigkeitsbewegungen („acoustic streaming“) berechnet werden können.

In mehreren der oben erwähnten industriellen Anwendungen arbeiten die Schallquellen jedoch nicht im Puls- sondern im Dauer-(cw-)Betrieb. In solchen Fällen können zusätzliche Effekte durch die Überlagerung verschiedener Wellenzüge, z.B. die Entstehung von nichtlinearen stehenden Wellenfeldern, beobachtet werden. Daher haben wir in einer Reihe von Untersuchungen, über deren Ergebnisse hier berichtet werden soll, die Anwendbarkeit unserer Simulationsumgebung für den Fall cw-betriebener Quellen betrachtet. Zuerst berichten wir über die Verifizierung der implementierten Algorithmen durch Vergleiche mit analytischen Ergebnissen und Literaturdaten für ebene Wellen. Simulationsergebnisse für das mehrdimensionale Schallfeld einer Hochleistungsquelle werden mit Messergebnissen verglichen. Außerdem wird die durch den Schall erzeugte Strömung berechnet und der Einfluß von nichtlinearen Effekten auf das Strömungsfeld untersucht.

Do. 9:45 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren I

Bestimmung der Randbedingungen von numerischen Simulationen der Schallausbreitung aus computertomographischen Daten

F. Ranostaj, A. Lacroix

Institut für Angewandte Physik, J. W. Goethe-Universität Frankfurt

Computertomographische Daten geben die Röntgendichte eines Objekts wieder. Diese ist räumlich aufgelöst in quaderförmige uniforme Volumenelemente. Kennt man das Material aus dem das Objekt besteht, kann man von der Röntgendichte der Volumenelemente auf deren akustische Eigenschaften schließen; es wird dabei berücksichtigt, daß die Volumenelemente an der Oberfläche nur partiell mit Material gefüllt sind. Verwendet man als numerisches Verfahren zur Bestimmung der Schallausbreitung finite Differenzen, werden diese akustischen Eigenschaften durch einen entsprechend angepaßten Differenzen-Operator berücksichtigt. Damit ist es möglich, daß die Randbedingungen die Geometrie des Objekts zutreffend erfassen, im Gegensatz zu einer teilweise willkürlichen Rekonstruktion der Objektoberfläche. Zur Beschreibung linearer Dämpfungen der Schallausbreitung, hervorgerufen durch viskose Reibung und Wärmeleitung, wird ein phänomenologisches Modell verwendet. Bei diesem Modell wird die Schallausbreitung in der Randschicht gedämpft. Dies vereinfacht den Differenzen-Operator im Vergleich zur direkten Lösung der Stokes-Gleichungen, welche auch eine feinere Diskretisierung erfordern würde. Die Analyse des Modells im Frequenzbereich ermöglicht dabei eine Anpassung des Differenzen-Operators an den frequenzabhängigen Dämpfungsverlauf. Die Vorgehensweise wird am Beispiel des Nasaltrakts erläutert, dessen Akustik für die Sprachproduktion relevant ist.

Do. 10:10 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren I

Randintegral-Methode für hohe Frequenzen

Ennes Sarradj

Gesellschaft für Akustikforschung Dresden mbH und TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Für die Berechnung hochfrequenter Körper- und Luftschallausbreitung und -übertragung kommen deterministische Methoden wie die Finite-Elemente-Methode nicht zuletzt wegen des sehr hohen Berechnungsaufwandes meist nicht in Frage. Eine Möglichkeit der Behandlung solcher Probleme besteht im Einsatz der Statistischen Energieanalyse (SEA). Die von der SEA gelieferten Ergebnisse beinhalten allerdings nicht immer die gewünschten Informationen. Deshalb befinden sich zur SEA alternative oder ergänzende Berechnungsverfahren in Entwicklung. Eines dieser Berechnungsverfahren, eine Randintegral-Methode für Energiegrößen wird im Beitrag vorgestellt. Über erste Erfahrungen bei der Anwendung wird berichtet.

Do. 10:35 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren I

Berechnung der Abstrahlung einer Kreisscheibe durch Lösung des gemischten RandwertproblemsR. Volz, M. Möser*TU Berlin, Institut für Technische Akustik*

Wird die Abstrahlung einer Kreisscheibe bei bekannter Schnelleverteilung auf der Oberfläche durch Verwendung des Rayleigh'schen Strahlungsintegrals angenähert, so wird im Bereich außerhalb der Kreisscheibe in deren Ebene die Schnelle zu Null gesetzt. Dies entspricht anschaulich dem Einfügen der Kreisscheibe in eine unendlich große schallharte Wand. Dabei findet die akustische Kopplung zwischen Vorder- und Rückseite über den Rand der Kreisscheibe keine Berücksichtigung. Diese Kopplung besteht aber gerade bei tiefen Frequenzen im „akustischen Kurzschluß“, bei dem nur eine geringe Abstrahlung erfolgt. Dieser physikalische Effekt findet bei der Berechnung über das Rayleigh'sche Strahlungsintegral keine Berücksichtigung. Daher wird für tiefe Frequenzen eine zu große Schallabstrahlung prognostiziert und besonders die Richtwirkung in der Axialebene der Kreisscheibe überschätzt.

Der bereits für das zweidimensionale Problem anhand eines Plattenstreifens auf der DAGA'02 vorgestellte neue Ansatz behebt diesen Fehler. Bei einer dünnen Kreisscheibe kann aus Symmetriegründen von einem Schalldruck $p=0$ in der Ebene außerhalb der Kreisscheibe ausgegangen werden. Damit liegt ein gemischtes Randwertproblem vor, bei dem außerhalb der Kreisscheibe der Druck und innerhalb der Scheibe die Schnelle vorgegeben ist. Zur Lösung des Problems wird der obere Halbraum in zwei Teilräume aufgeteilt. An der Grenzfläche auf der Halbkugel müssen Druck und Schnelle übereinstimmen. Da nur rotationssymmetrische Anregemoden untersucht werden reicht dabei die Übereinstimmung auf der senkrecht zur Kreisscheibe stehenden Schnittebene des Halbraumes aus.

Die Ergebnisse werden in Form von Richtcharakteristiken im Fernfeld bei verschiedenen Frequenzen vorgestellt und mit dem Rayleigh-Verfahren verglichen.

Do. 14:30 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren II

Phasenanalyse mit akustischen AnwendungsbeispielenP. Balazs, H. Waubke*Institut für Schallforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften*

Diese Arbeit faßt die mathematische Grundlagen der Phasenbestimmung in der Signalverarbeitung (mittels der STFT und der Wavelet Analyse) zusammen. Die Methoden des „Phase Locking“ („Phasensperre“) und „Phase Unwrapping“ („Phasen entzerrung“) werden formuliert, und es wird eine explizite Formel für die entzerrte kontinuierliche Phase angegeben. Da gezeigt wird, daß die Phaseninformation für Werte mit kleinen Amplituden beliebig ist, wird eine Methode („Phase Thresholding“) vorgeschlagen, die Phaseninformation mit der Amplitudeninformation zu gewichten. Die Einflüsse der Fensterung (in der STFT) auf die Phasenanalysen sind noch zu untersuchen, diese Arbeit kann eine erste Abschätzung dazu geben. Ein Vergleich der Phaseninformation aus der STFT und der Wavelet Analyse zeigt Vorteile der Wavelets, liefert aber auch ein Werkzeug, mittels der STFT die Teilfrequenz eines Signals genauer zu bestimmen. Die mathematischen Abhandlungen werden durch Beispiele und Anwendungen aus der akustischen Signalverarbeitung unterstützt.

Do. 14:55 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren II

Berechnung mehrlagiger Schallabsorber unter Verwendung der VierpolmethodeC. Thomas, U. Weltin*Arbeitsbereich Mechanik I, Technische Universität Hamburg-Harburg*

Dieser Beitrag befasst sich mit der Berechnung von Absorptionssystemen, die aus einer Kombination verschiedenartiger Absorbertypen aufgebaut sind. In dem verwendeten Berechnungsschema werden die unterschiedlichen Absorbertypen durch Vierpole abgebildet, die durch eine Kettenschaltung zu einem Netzwerk verknüpft werden, das den mehrlagigen Absorber repräsentiert. Betrachtet wird insbesondere die Absorptionsgradberechnung von porösen Absorberschichten, wie Glaswolle oder Schaum, die mit mikroperforierten Folien abgedeckt sind. Weiterhin wird eine Möglichkeit aufgezeigt die benötigten Vierpolparameter für die Modellierung von porösen Absorberschichten in einem hybriden Verfahren durch eine numerische Parameteroptimierung aus Absorptionsmessungen am Impedanzrohr zu erzeugen.

Do. 15:20 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren II

Numerical Modeling and Experimental Investigation of biomedical elastographic problem by using plane strain state model

M. Rychagov*, W. Khaled**, S. Reichling**, O. Bruhns**, H. Ermer**

**Moscow Institute of Electronic Technology (MIET), Russia, **Ruhr-University Bochum, Germany*

Ultrasonic elastographic imaging technique has been developed during last 10 years as a powerful method to image the elastic properties of soft biological tissues. The method consists of applying a small external, quasistatic compressions to the region of interest and use the set of radio frequency A-scans recorded before and after compression to estimate corresponding matrix of axial displacements by means of correlation technique. Afterwards, the displacement matrix is used to estimate the strain field which can be interpreted as a relative measure of elasticity distribution and can be visualized as a gray scale elastogram.

The main intention of our research was to consider the problem of visualization and reconstruction of tissue elastic properties within the framework of an appropriate inverse problem solution.

The slip boundary conditions and a 2-D plane strain state model have been used for the solution of corresponding mechanical forward problem for both hard and soft inclusions in homogeneous linear elastic background. At first, the analytical solutions for some test phantoms were obtained and analyzed. Then, the finite element simulations were performed for a number of soft biological tissues with software packages MSC.Marc 2000 (MSC.Software Corporation, USA) and ALGOR (Algor Inc., USA). In the supposition of adiabatic deformations, the scope of Young's modulus E_s was selected from tens of kPa to $150\ kPa$. The range of Poisson's ratios was estimated to be approximately $\nu_s = 0.497910 \div 0.499985$ with reference longitudinal sound speed $c_0 = 1500\ ms^{-1}$. The results obtained from finite element analysis were confirmed in ultrasonic experiments on a set of tissue-mimicking gelatine-agar phantoms with known acoustical and mechanical properties. The *RF*-data were acquired using commercially available ultrasound system SONOLINE Omnia (Siemens AG, Germany) equipped by $7.5\ MHz$ linear probe and sampled by a conventional desktop PC. The axial strains were calculated using the fast root-seeking technique (A. Pesavento, A. Lorenz and H. Ermer *Electronic Letters*, **35**, 1999, p. 941-942). The final results show good agreement of analytical and numerical predictions with experimental data.

Do. 15:45 Uhr Raum Phil

Numerische Verfahren II

Sound attenuation in media with floating particlesI.N.Didenkulov, A.B.Ezersky, D.A.Selivanovsky*Institute of Applied Physics, Nizhny Novgorod (Russia)*

It is known that floating particles oscillate longitudinally in acoustic field. In this paper we consider dynamics of floating particles, which have rotational oscillations in acoustic field. This novel phenomena produces additional sound attenuation due to viscous damping. In the present paper this effect is analytically described. The expression for sound attenuation in suspensions of such particles and estimations of the value of the effect are obtained, and possible applications are discussed.

Workshop Techno

Mittwoch 14:00 Uhr Raum Aula

Workshop Techno

Musiklautstärke in DiskothekenW. Babisch*, B. Bohn****Umweltbundesamt, Berlin, **Marie-Curie-Oberschule, Berlin*

In einer Querschnittsuntersuchung wurden 433 Oberschüler im Alter von 16-19 Jahren nach ihren Musikhörgewohnheiten befragt. Ca. 20 % der Schüler gingen mehr als 1mal pro Woche in Diskotheken. Etwa 1/4 der Befragten bevorzugte dort „extrem“ oder „sehr“ laute Musik. Ca. 5% der Schüler hörten täglich 4 oder mehr Stunden Musik über Kopfhörer, 8% davon „extrem“ laut. Bevorzugte Musikrichtungen waren „Hip-Hop“ und „Rap“. Ca. 43% der Befragten gaben an, nach lauter Musik Tinnitus-Symptome gehabt zu haben. Die Musikhörgewohnheiten werden im Hinblick auf die Gehörschadensproblematik diskutiert. In einem Beschallungsexperiment, an dem 133 der Schüler teilnahmen, wurden in einer kommerziellen Diskothek jeweils für die Dauer von 45 Minuten verschiedene Musikschallpegel eingestellt, die über der Tanzfläche (Messhöhe 2,50 m) gemessen wurden. Die Mittelungspegel betrugen 94, 101 und 92 dB(A). In den Aufenthaltsbereichen war der Schallpegel um ca. 5 dB(A) niedriger. Am Ende jeder Beschallungsphase wurden mit Fragebögen die Beurteilungen der Musiklautstärke abgefragt. Die genannten Musikschallpegel wurden von 13, 88 bzw. 8 Prozent der Testpersonen als „extrem“ oder „sehr“ laut bezeichnet. 25, 81, 6 Prozent gaben an, dass man sich auf der Tanzfläche bestenfalls durch Schreien verständigen konnte. Die größtmögliche Zustimmung wurde im Mittel bei der Beschallung mit 94 dB(A) erreicht. Allerdings würde der überwiegende Anteil die Testpersonen sein Besuchs-Verhalten

nicht von der gespielten Musiklautstärke abhängig machen. Dies wird wohl eher durch andere Aspekte der Jugendkultur bestimmt. Das bedeutet aber auch, dass bei einer Absenkung der Schallpegel auf „gehörverträgliche Werte“ im Mittel die Akzeptanz für eine Diskothek nicht nachteilig betroffen wäre.

Mittwoch (anschließend) Raum Aula Workshop Techno

Schallpegel an Musikveranstaltungen: zu hoch oder zu tief?

B. Hohmann, V. Mercier

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Suva, Luzern; Bundesamt für Gesundheit, Bern

In der Schweiz ist seit 1996 die Schall- und Laserverordnung in Kraft, welche die Schallpegel an öffentlichen Veranstaltungen mit elektroakustisch verstärkter Musik auf einen Dauerschallpegel von 93 dB(A) oder für Einzelveranstaltungen und mit Bewilligung der zuständigen Behörde auf 100 dB(A) begrenzt. Musikhören ist eine der bevorzugten Freizeitaktivitäten der Jugendlichen. Im Mittel hören sie 1 Stunde pro Tag Musik mit Kopfhörern, und etwa ein Drittel besucht regelmässig Diskotheken, Konzerte, Technoparties oder Festivals. Aus der Sicht des Gesundheitsschutzes ist es wichtig, die Schallgrenzwerte so festzulegen, dass die aus diesen Freizeitaktivitäten resultierende Schallbelastung in akzeptablen Grenzen bleibt und dadurch das Risiko einer Hörbeeinträchtigung nicht ansteigt. Veranstalter machen aber geltend, dass gewisse Musikarten nur mit hoher Lautstärke zur Geltung kommen und dass die Besucher solche Lautstärken auch wünschen. In unseren Studien haben wir deshalb versucht, folgende Fragen zu beantworten: - Wie gross ist die effektive Schallbelastung der Besucher an einem Konzert oder an einem mehrtägigen Festival? - Ist die Einhaltung der Schweizer Grenzwerte realistisch, ohne dass die Qualität der Musik abnimmt? - Wie beurteilen die Besucher die Lautstärke und die Tonqualität an solchen Veranstaltungen? Gibt es dabei Unterschiede zwischen Frauen und Männern?

Mittwoch (anschließend) Raum Aula Workshop Techno

Gehörschäden durch Musik in Diskotheken - Zusammenhang von individueller Schallbelastung und Besuchsverhalten

T. Leitmann

Institut für Technische Akustik, TU Berlin

Es gibt in Deutschland immer mehr Jugendliche die unter Gehörbeeinträchtigungen (im Sinne einer Lärmschwerhörigkeit) und Tinnitus-Symptomen leiden. Aufgrund des geringen Alters der Untersuchten ist davon auszugehen, dass sie noch keinen wesentlichen Kontakt zu beruflicher Lärmexposition hatten. Die derzeit beliebteste lärmintensive

Freizeitbeschäftigung von Jugendlichen ist der Besuch von Clubs und Diskotheken. Die hier vorherrschenden Schallpegel tragen das Potential für bleibende Hörschäden in sich. Um die Höhe der Schallbelastung zu ermitteln wurden in 15 Diskotheken neben Schallpegelmessungen 649 Jugendliche nach ihrem Besuchsverhalten, ihrer Besuchshäufigkeit, ihrer Einschätzung der gespielten Musik und ihrer Bewertung der Lautstärke befragt. Die Untersuchung zeigt einen deutlichen Zusammenhang zwischen musikalischen Vorlieben und dem Besuchsverhalten (z.B. der Aufenthaltsdauer auf der Tanzfläche). So geben Besucher von Techno-Diskotheken eine überdurchschnittlich hohe wöchentliche Aufenthaltsdauer auf der Tanzfläche an. Gleichzeitig werden in Techno-Diskotheken meist sehr hohe Schallpegel gemessen. Daher sind diese Besucher einem besonders hohen Risiko einer Gehörschädigung ausgesetzt.

Auf Grundlage der gewonnenen Befragungsergebnisse wird die Frage eines Richtwertes für die Beschallungsstärke diskutiert und die Akzeptanz von Schallpegelbegrenzungen in Diskotheken erörtert.

Mittwoch 15:35 Uhr	Raum Aula	Workshop Techno
--------------------	-----------	-----------------

- Kaffeepause -

Mittwoch 15:50 Uhr	Raum Aula	Workshop Techno
--------------------	-----------	-----------------

Der Sachkundenachweis für Discjockeys als probates Mittel gegen ohrenbetäubenden Freizeitlärm

Stephan Büttner

DEHOGA

Der Bundesverband deutscher Discotheken und Tanzbetriebe e.V. (BDT), Fachabteilung Discotheken im Deutschen Hotel- und Gaststättenverband (DEHOGA), unterstützt die Bemühungen im Kampf gegen Freizeitlärm. Die zunehmende Anzahl freizeitbedingter Gehörschäden bei Kindern und Jugendlichen gibt Anlass zu großer Sorge. Eine Bewusstseinsänderung ist hier in vielen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens dringend erforderlich. Discotheken als beliebteste Freizeitlocation der 16 bis 25 Jährigen sind weder die Allein-, noch die Hauptversacher von Gehörschäden bei Kindern und Jugendlichen. Viel größere Gefahr geht dagegen vom lauten und oftmals über Stunden dauernden Musikkonsum über Walkman, Autoradios oder Rockkonzerte aus. Wenn die Jugendlichen sodann am Wochenende in die Discothek gehen, sind sie bereits in erheblichem Maße vorgeschädigt. Gesundheitliche Schäden können in diesem Zustand auch schon durch geringe, ansonsten gesundheitsunschädliche Lautstärken auftreten. Gleichwohl stehen

die Discothekenunternehmer zu ihrer Verantwortung für das Wohlergehen und die Gesundheit ihrer Gäste. Aus diesem Grund setzt die Discothekenbranche hier Zeichen und schlägt als präventive Maßnahme zum Gesundheitsschutz eine umfassende Aufklärungs- und Informationskampagne in Form der Vergabe eines „DJ-Sachkundenachweises“ vor. In Seminaren sollen DJ's über gesundheitliche und rechtliche Ursachen und Folgen überlauter Musik, über technische Möglichkeiten, über taktisches Vorgehen bei der Musikauswahl und über Maßnahmen zur Sensibilisierung der Gäste für leisere Musik aufgeklärt und fortgebildet werden. Eine nachhaltigere Verbesserung der derzeit bestehenden Situation lässt sich nicht mit einer gesetzlichen Regelung, sondern nur über eine Bewusstseinsänderung, Einsicht und Akzeptanz der Musikmacher auf der einen Seite, als auch der Musikhörer auf der anderen Seite, erreichen.

Mittwoch (anschließend) Raum Aula Workshop Techno

Geräusche und Musik als Symbole des Handlungsspielraumes von Jugendlichen

C. Oliva

Oliva & Co., Schweiz

Die Jugendphase wird für immer mehr soziale Schichten und für eine länger andauernde Zeitspanne zur Realität. Die Jugendphase ist nicht mehr nur eine Übergangsphase, sondern hat einen minimalen Handlungsspielraum überschritten, so dass eigene soziale Prozesse und soziale Gebilde entstehen. Dadurch gewinnt die „peer group“ eine neue Funktion. Nur darin unterliegen die Rollen der Eigendefinition, dort entsteht ein Raum der Identifikation, für den die Jugendlichen selbst Kompetenz und Definitionsmacht haben. Dieser Trend wird verstärkt durch die Tatsache, dass den Jugendlichen in der Gesellschaft keinen genau definierten sozialen Status mit entsprechender Wertschätzung eingeräumt wird. Zur Entlastung dieser Statusunsicherheit werden Subkulturen mit negativistischem Inhalt gebildet. Diese geschilderten Prozesse werden vorwiegend auch mit Geräuschen und Musik symbolisiert. Dabei stellt sich immer die Frage, welche Geräusche und Musik auf einen Prozess der partiellen Dezivilisierung hinweisen.

Mittwoch 17:00 Uhr Raum Aula Workshop Techno

Roundtable: Expertinnen und Experten diskutieren zum Thema Ende 18.30 h

Posterbeiträge

Poster Mittwoch

Bauakustik I

Schalldämmung von Fugen

B. Saß*, R. Schumacher**

ift Rosenheim, Accon GmbH, München***

Schallübertragung über Fugen und Dichtungen kann die Schalldämmung eines Bauteils beträchtlich beeinflussen. Um diesen Übertragungsweg zu bewerten, wurde vom ift Rosenheim ein Verfahren des IBP Stuttgart zur Bestimmung der Fugenschalldämmung weiterentwickelt. Mit dieser Methode kann die Fugenschalldämmung von Falz- und Bodendichtungen sowie Materialien zur Ausführung von Bauanschlüssen (Schäume, Mineralfaser...) gemessen und bewertet werden. Diese Daten können nach DIN EN 12354-3 Anhang B sowohl zur Bestimmung der resultierenden Schalldämmung des gesamten Elementes (Tür, Fenster...) einschließlich der Fugen und Anschlüsse herangezogen als auch zur Charakterisierung der schalldämmenden Eigenschaften von Dichtungen verwendet werden. Meßmethode und Ergebnisse werden mitgeteilt.

Poster Mittwoch

Bauakustik I

Bauakustik-Datenbank

H. Schröder

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Vorgestellt wird das Konzept einer öffentlich zugänglichen, bauakustischen Datenbank, in welcher verifizierte Daten von Bauprodukten mit schalltechnischem Bezug gesammelt, aufbereitet und präsentiert werden. Mögliche Anwendungen einer solchen Datenbank sind: - Bereitstellung einer unabhängigen Plattform für Bauherren, Architekten und Anwender, welche eine Auswahl von Bauprodukten nach akustischen Kriterien ermöglicht. - Erstellung von Statistiken zur bauakustischen Leistungsfähigkeit bestimmter Produktgruppen auf der Basis anonymisierter Datensätze. - Überkreuz-Statistiken von bauakustischen Größen mit anderen physikalischen (z.B. Masse) und bauphysikalischen (z.B. Wärmeleitfähigkeit) Parametern. - Aufspüren von langfristigen Trends bei Änderungen in der Herstellung und Zusammensetzung von Bauprodukten, wie z. B. bei Gipskarton-Ständerwänden. Die technischen Voraussetzungen für eine solche Plattform sind heute gegeben, zahlreiche Internetportale in vielen Bereichen der Wirtschaft machen es vor. Aus dem Bereich der chemischen Analyse von Trinkwasser und Lebensmitteln sind Internet-Lösungen bekannt, welche auf Datenbanken

zur Unterstützung des Laborbetriebs (Laboratory Information and Management Systems, LIMS) zurückgehen. Hier werden für die jeweiligen Hersteller im Internet abrufbare Informationen über den aktuellen Stand ihrer Prüfungen und die Einordnung ihrer Prüfergebnisse im Vergleich zu anderen Produkten am Markt bereit gestellt.

Auch im Rahmen der bauakustischen Prüftätigkeit am Institut für Bauphysik (IBP) in Stuttgart werden die ermittelten Prüfergebnisse heute in einer internen Datenbank verarbeitet. Vorteile sind eine rationellere Bearbeitung der Prüfaufträge und eine verbesserte Dokumentation des gesamten Prüfablaufs im Sinne des Qualitäts-Managements. Sofern die Kunden es wünschen, könnten diese Daten zusammen mit Prüfergebnissen anderer Institute in das vorgestellte Portal überführt werden.

Poster Mittwoch

Bauakustik I

Entwicklung von Simulationsmethoden für haustechnische Benutzungsgeräusche

M. Walk, F. Emrich, F. Leuthardt

EMPA, Abt. Akustik / Lärmbekämpfung

Die Schweizer Norm SIA 181 „Schallschutz im Hochbau“ legte bereits 1988 Grenzwerte für Benutzungsgeräusche von haustechnischen Anlagen fest. Da diese Geräusche ihrer Natur nach einer starken individuellen Streuung von Benutzer zu Benutzer bzw. von Messgruppe zu Messgruppe unterliegen, führten diese Grenzwerte zu einer beträchtlichen Planungsunsicherheit. Um hier Abhilfe zu schaffen, sollen in der überarbeiteten Fassung der Norm für die wichtigsten Benutzungsgeräusche Simulationsmethoden angegeben werden, die eine wesentlich bessere Reproduzierbarkeit von Messergebnissen gewährleisten.

Gegenstand dieser Untersuchung ist die Validierung unterschiedlicher Simulationsgeräte im Vergleich zu manuell ausgelösten Anregungen durch Messungen sowohl im Labor, als auch in realen Bausituationen in verschiedenen Landesteilen der Schweiz. Zum Einsatz kamen das Kleinhammerwerk nach Gösele, sowie verschiedene Schlaggeräte zur Erzeugung von Einzelimpulsen. Die Terzbandspektren und Abwerteten Schallpegel der Originalgeräusche wurden mit denen der vorgeschlagenen Simulationsgeräte verglichen.

Die Resultate zeigen, dass mit einem optimierten Fallhammer ein den Originalgeräuschen gut entsprechender Spektrungsverlauf erzielt werden kann, allerdings mit einem deutlich höheren Pegel, so dass neben der besseren Reproduzierbarkeit der Messungen auch die einfachere Durchführbarkeit gewährleistet ist. Zum Vergleich mit Anforderungswerten müssen daher noch Pegelkorrekturen berücksichtigt werden, deren Werte aus den Messresultaten bestimmt wurden. Dagegen produziert das Kleinhammerwerk nach Gösele deutlich weniger tieffrequente

Geräuschanteile als die meisten Originalgeräusche und eignet sich damit nur für spezielle Benutzungsgeräuscharten als Simulationsgerät.

Poster Mittwoch

Bauakustik I

Trennwandanschlüsse an Fassadenprofile - Längsschalldämmung oder Durchgangsdämmung?

R. Schumacher*, B. Saß**

Accon GmbH, München, ift Rosenheim***

Der Anschluss von Trennwänden an Fassadenprofile ist ein häufiger Schwachpunkt der Schalldämmung zwischen zwei Räumen im gewerblichen Hochbau. Bei der Planung oder Konzeption der Profil- oder Schwertanschlüsse stellt sich die Frage, wie die Schalldämmung von Pfostenprofilen von Glasfassaden zu bestimmen und zu bewerten ist. Aufgrund von Messungen in der Industrie (Schüco) und am ift Rosenheim können die Profile separat betrachten werden und als Durchgangsschalldämm-Maß bei der Bestimmung der resultierenden Schalldämmung berücksichtigt werden. Messanordnung und Ergebnisse werden vorgestellt.

Poster Mittwoch

Psychoakustik

Ein PC-basiertes Bekesy-Audiometer mit Bark-Skalierung

B. Seeber, H. Fastl, V. Koci

AG Technische Akustik, MMK, TU München

Zur Messung der Hörschwelle werden in der Audiologie meist Audiometer mit Festfrequenzen eingesetzt, bei denen als Meßmethode die Abfragemethode zur Anwendung kommt. Im Gegensatz dazu werden in der Psychoakustik Hörschwellen oft mit Gleitfrequenzen nach der Methode des Pendelnden Einregels bestimmt. Da dieses Verfahren vom Nobelpreisträger Georg von Bekesy häufig eingesetzt wurde, werden die zugehörigen Geräte oft als Bekesy-Audiometer bezeichnet. Im Poster werden die Elemente eines PC-basierten Bekesy-Audiometers mit Bark-Skalierung erläutert, und erste Meßergebnisse gezeigt.

Poster Mittwoch

Psychoakustik

Untersuchung zur Ausprägung der Lokalisationsdominanz in Abhängigkeit von der Signalbandbreite

J. Braasch

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Die Lokalisationsdominanz – als ein Teilaspekt des Präzedenzeffektes – beschreibt die Eigenschaft unseres Gehörs, ein Schallsignal auch dann präzise orten zu können, wenn dieses durch eine oder mehrere ➡

Reflexionen begleitet wird (Gesetz der ersten Wellenfront). Die Tatsache, daß die Lokalisationsdominanz bei sinusförmigen Signalen, wenn überhaupt, nur bedingt auftritt, läßt den Schluß zu, daß es sich um einen frequenzbandübergreifenden Effekt handelt. Um dieses näher zu ergründen, wurde ein Hörversuch durchgeführt, bei dem die wahrgenommene Lateralisation eines Rauschimpulses (200 ms Dauer, 500 Hz Mittenfrequenz, 20 ms $\cos^2$ Ein- und Ausschaltflanke, 0.3 ms interaurale Zeitdifferenz, ITD) in Anwesenheit einer einzelnen Reflexion (-0.3 ms ITD) untersucht wurde. Variiert wurde dabei die Verzögerungszeit der Reflexion, das sogenannte Interstimulus-Intervall (ISI, 1–4 ms) und die Bandbreite der beiden Rauschsignale (100 Hz, 200 Hz und 400 Hz). Die Daten der sechs Versuchspersonen zeigen deutlich, daß der Effekt der Lokalisationsdominanz mit Vergrößerung der Bandbreite verstärkt wird. Bei der kleinsten verwendeten Bandbreite (100 Hz) ist die Lokalisationsdominanz bei einem Teil der Versuchspersonen überhaupt nicht mehr zu beobachten, während bei den übrigen Teilnehmern das Signal zwar immer auf der Seite des Direktschalls wahrgenommen wird, der Hörereignisort bei Veränderung des ISIs aber stark mit der Periode des Signals variiert. Die Daten konnten mit einem Modell basierend auf dem Lindemann-Algorithmus – der um frequenzbandübergreifende Mechanismen erweitert wurde – erfolgreich simuliert werden.

Poster Mittwoch

Psychoakustik

Beeinflussung des Lautheitsurteils durch schallfremde, stehende Bilder

Ch. Patsouras, M. Böhm (1), H. Fastl

AG Technische Akustik, MMK, TU München; (1) jetzt: Medizinische Hochschule Hannover, Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde

In dieser Studie wurde untersucht, ob die optische Präsentation einer Szene (als stehendes Bild), welche nicht in direktem Zusammenhang zum Gehörten steht, das Lautheitsurteil einer Zugvorbeifahrt beeinflussen kann. Mit der Methode Größenschätzung mit Ankerschall wurde ein möglicher Einfluß jahreszeit-typischer Abbildungen (Sommer- bzw. Winterlandschaft), der Abbildung einer unterschiedlich stark begrünten Straße oder von Abbildungen unterschiedlich dicht besiedelter Gebiete (spärliche, dichte oder industrielle Besiedlung) auf das Lautheitsurteil erfaßt. Bei der Darstellung der Ergebnisse wird insbesondere auf die individuelle Beeinflussung der Versuchspersonen durch schallfremde, visuelle Reize eingegangen. Des weiteren werden im Rahmen dieser

Tagung weiterführende Studien zum Thema der audio-visuellen Interaktion beim Lautheitsurteil präsentiert (Beeinflussung des Lautheitsurteils durch Stand- oder Bewegungsbilder, Einfluß einer optischen Komponente bei der Beurteilung der Lautheit von Fahrzeuginnengeräuschen bei Fahrt).

Poster Mittwoch

Psychoakustik

Visualisierung auditiver Wahrnehmung - historische und neue Konzepte - ein phänomenologischer Überblick

Michael Haverkamp

In der Vergangenheit wurde häufig versucht, ein visuelles Äquivalent für die durch Schall ausgelöste Wahrnehmung zu finden. Hierzu wurden vielfältige Konzepte angewandt, die sich an physikalischen Analogien, assoziativem Gehalt, intersensoriellen Attributen oder Sonderphänomenen wie dem der synästhetischen Wahrnehmung orientieren. Ein Ergebnis dieser Versuche bildet die in der musikalischen Aufführungspraxis grundlegende Notation ebenso wie die spektrale Darstellung von Schallereignissen in der Psycho-Akustik. Auch in der Bildenden Kunst, im Design sowie im Rahmen der Multimedia-Kunst (Musiktheater, Film, Videoclip) war und ist man bemüht, Verbindungen zwischen den Sinnesbereichen zu schaffen. Während die verbale Beschreibung der Schallwahrnehmung im Rahmen psycho-akustischer Versuche üblich ist und hierzu häufig Begriffe aus anderen Sinnesbereichen - z.B. im semantischen Differential - herangezogen werden, wird die Anwendung graphischer Visualisierungen dort jedoch eher skeptisch beurteilt. Die Präsentation gibt einen Überblick über verschiedene in der Literatur belegte Konzepte der Visualisierung, enthält sich jedoch bewusst vorschneller Wertung. Im einzelnen werden Beispiele aus folgenden Themenbereichen gezeigt:

Synästhetische Wahrnehmung - Musikalische Graphik - Farblichtmusik
- Bildpartituren - Musik & Geräusch in der bildenden Kunst - Film

Poster Mittwoch

Psychoakustik

Qualifizierung von Strömungsgeräuschen unter Motorradhelmen

Jörg Rothhämel

Schuberth Helme, Braunschweig

Die Lärmbelastung unter Motorradhelmen liegt bei Überlandfahrten weit über einem Schalldruckpegel von 85 dB(A), der Arbeitsschutz schreibt diese Grenze für eine Lärmbelastung von 8 Stunden täglich vor. Die Ursachen dieser hohen Lärmbelastung werden erläutert. Die Aussagen von Testfahrern unterscheiden sich von der Auswertung psychoakustischer Messungen in einem Akustikwindkanal. Erschwert wird die Auswertung durch die nicht genormte Aufnahme von Lärm unter dem Motorradhelm. Ein neues Kriterium im Bereich des Akustikdesigns von Motorradhelmen ist deshalb mit der Bestimmung der *Lästigkeit der Strömungsgeräusche* durch Probandentests im Labor eingeführt worden. Diese Methode ergänzt die bisher bestehenden anderen Methoden (u.a. Schalldruckpegel in dB(A), Lautheit nach Zwicker in sone). Die Korrelation dieser unterschiedlichen Auswertungsmethoden wird diskutiert und interpretiert.

Poster Mittwoch

Sprache

Messung und Analyse von Mund- und Nasensignalen bei der Sprachproduktion

M. Bettinelli, A. Lacroix

Institut f. Angewandte Physik, J. W. Goethe-Universität Frankfurt a. M.

Das Sprachsignal entsteht im allgemeinen durch die Überlagerung des Mund- und Nasensignals. Bei Aufnahmen von natürlicher Sprache liegen diese beiden Signale gemischt vor. Zur Untersuchung der Sprachproduktion bei nasalierten Lauten sind Kenntnisse über die Velumbewegung unverzichtbar. Mittels eines geeigneten Meßaufbaus wird die Abstrahlung von Lippen und Nasenlöchern akustisch separiert. Die akustische Separation erfolgt in einem schallgedämpften Meßraum mit Hilfe einer Dämmplatte. Der Raum für die Nasenabstrahlung hat die Ausmaße ca. 170 x 170 x 95 (in cm), während für die Lippenabstrahlung ein Raum von ca. 170 x 170 x 120 (in cm) zur Verfügung steht. Der Sprecher sitzt aufrecht entsprechend einer natürlichen Kopfposition. Mit den getrennt aufgezeichneten synchronen Mund- und Nasensignalen kann die Velumbewegung indirekt beobachtet werden. Aus den Kurzzeitleistungen der beiden Signale kann die Kopplung der an der Artikulation beteiligten Höhlensysteme ermittelt werden. Der Meßaufbau ermöglicht eine nahezu ungestörte Schallausbreitung; daher sind die durchgeführten Leistungs- und Spektralanalysen weitgehend unverfälscht. Bei

der Auswahl des Sprachmaterials wurden insbesondere Nasale, Nasalvokale und Vokale in Kombination mit Explosivlauten berücksichtigt.

Poster Mittwoch

Sprache

Netz Echokompensator mit adaptivem, laufzeitgesteuerten Dämpfungsverhalten

Wolfgang Brandstätter

Institut für Elektrische Mess- und Schaltungstechnik, Technische Universität

Typische Implementierungen eines Echokompensators bestehen neben einem adaptiven Filter aus einem nichtlinearen Prozess (NLP), der das restliche Echo am Filterausgang dämpft. Die erreichbare Sprachqualität hängt in erster Linie von der Leistungsfähigkeit dieses Prozesses ab, da er insbesondere bei Gegensprechen für eine Reihe unerwünschter Effekte verantwortlich zeichnet: Beispielsweise kann er einzelne Silben im Nutzsignal (Sprachsignal vom nahen Ende) unterdrücken aber auch die Qualität der Übertragung des Hintergrundgeräusches maßgeblich beeinflussen. Der vorliegende Ansatz begrenzt daher den Einfluss des NLPs soweit wie möglich, indem man den Echokompensator mit der gerade benötigten Echodämpfung betreibt. Diese variable Steigung im Übergangsbereich der NLP Kennlinie berechnet sich aus der aktuellen Signallaufzeit und der vorhandenen Dämpfung im Echopfad, wobei man den entsprechenden Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen der ITU-T Empfehlung G.131 („Acceptable“ Kurve in Figure 1) entnimmt. Bei einer derartigen Auslegung empfindet höchstens ein Prozent der Teilnehmer auftretende Echos als störend. Die Ergebnisse eines auditiven Tests nach ITU-T Empfehlung P.831 dokumentieren das Verbesserungspotential des Ansatzes. Den Testpersonen wurden über entzerrte Kopfhörer Kunstkopfaufnahmen des fernen Endes eines Telefongesprächs (männliche und weibliche Stimme am nahen und fernen Ende) vorgespielt. Anschließend erfolgte die Bewertung verschiedener Attribute, wobei vor allem Gegensprechphasen betrachtet wurden: Gesamtqualität der männlichen Stimme. Beeinträchtigung durch mögliche Echos der weiblichen Stimme. Pegelschwankungen in der männlichen Stimme. Ergänzend wurde auch die störende Wirkung eines Echos unter Einzelsprechbedingungen bewertet. Als Referenz diente bei diesen Hörtests eine Standard Implementierung eines Echokompensators, die anstelle der laufzeitgesteuerten Variante einen Center Clipper als NLP verwendet. Die Ergebnisse zeigen einen beachtlichen Qualitätsgewinn bei niedrigen Echolaufzeiten, da in diesem Fall der NLP mit sehr niedrigen Dämpfungen betrieben werden kann und die Beeinträchtigungen des Nutzsignals nur mehr unwesentlich auftreten.

Poster Mittwoch

Sprachverarbeitung

Inverse Filterung von Rohrmodellen mit verteilten Verlusten für die Schätzung des Sprechtraktes

Karl Schnell, Arild Lacroix

Institut f. Angewandte Physik, J. W. Goethe-Universität Frankfurt a. M.

Für die Modellierung des Sprechtraktes wird das zeitdiskrete Rohrmodell verwendet, welches die Ausbreitung von ebenen Wellen beschreibt. Damit das Rohrmodell das akustische Übertragungsverhalten des Sprechtraktes für einzelne Laute wiedergibt, werden die Modellparameter aus dem Sprachsignal geschätzt. Hierfür hat sich eine iterative inverse Filterung bewährt. Für die Schätzung werden geschlossene Formeln verwendet, welche einen Koeffizienten optimal schätzen unter der Nebenbedingung, daß die anderen bekannt sind. Das für die Sprechtraktmodellierung verwendete Rohrmodell hat einen frequenzabhängigen Rohrabschluß an den Lippen bzw. Nasenlöchern und wahlweise einen Abschluß an der Glottis. Neben Energieverlusten an den Abschlüssen treten auch innerhalb des Sprechtraktes verteilte Verluste auf infolge von Wandvibrationen, viskose Reibung und Wärmeleitung. Die Verluste innerhalb des Sprechtraktes sind frequenzabhängig und hängen vom Rohrquerschnitt ab. Für die Parameterschätzung wurden bis jetzt die Verluste innerhalb des Sprechtraktes durch eine Korrektur der Rohrabschlüsse berücksichtigt, indem die Abschlüsse mit einem reellen Verlustfaktor gewichtet werden. In diesem Beitrag werden die verteilten Verluste hingegen jeweils in den einzelnen Rohrelementen berücksichtigt, so wie sie auch im Sprechtrakt verteilt sind. Es wird ein Vergleich gezogen zwischen der Parameterschätzung mit verteilten Verlusten und den konzentrierten Verlusten an den Rohrabschlüssen.

Poster Mittwoch

Sprachsynthese und Stimmschallanalyse

Simulation inhomogener Rohre mit Segmentketten ohne Querschnittssprünge

Hans Werner Strube

Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Zur Simulation der Wellenausbreitung in inhomogenen Rohren, z.B. dem menschlichen Stimmkanal, sind neben Ketten homogener Rohrsegmente gelegentlich auch sprungfrei aneinandergefügte konische, hyperbolische und exponentielle Segmente betrachtet worden. Hierbei können bekanntlich lokal instabile Filter als Streumatrixelemente auftreten, obwohl das Gesamtsystem stabil ist. Es wird gezeigt, dass (ähnlich wie bei aufwendigen Faltungsverfahren) selbst bei sehr einfachen Diskretisierungsverfahren keine Instabilität auftreten muss. Im Rahmen

der vorgenommenen Näherungen erweisen sich Konus-Ketten mit un-
stetiger Steigung als äquivalent zu glatten Ketten aus Hyperbel- und
Winkelfunktionen. Vor- und Nachteile dieser Darstellungen gegenüber
den Ketten aus homogenen Segmenten werden untersucht.

Poster Mittwoch

Sprachsynthese und Stimmschallanalyse

Akustische Klassifikation von Stimmstörungen

Birgit Lißmann, Roman Katzer, Malte Kob

*Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen,
Universitätsklinikum Aachen*

Können Stimmstörungen anhand akustischer Messungen erfasst und
klassifiziert werden? Erfahrene Ärzte oder Logopäden berichten aus
ihrer Berufspraxis, dass sie einem Patienten die Krankheit „anhören“
können (z.B. Sängerknötchen oder Lähmungen der Stimmlippen). Zur
messtechnischen Erfassung der Stimmstörung sind verschiedene Ver-
fahren gebräuchlich, die jeweils einen (Pegel, Rauschanteil, f_0 , Periodi-
zität) oder mehrere Aspekte der Stimmqualität (z.B. Heiserkeit) quanti-
fizieren. Dieser Beitrag beschreibt ein Konzept zur Klassifizierung von
Stimmstörungen anhand ihrer akustischen Korrelate. Weiterhin wird eine
Befunddatenbank vorgestellt, die eine Eingabe, Verarbeitung und
Ausgabe von Messdaten über ein Browserinterface ermöglicht. Die Daten-
bank soll künftig u.a. die Gegenüberstellung von Krankheitsbildern
bzw. -klängen und Ergebnissen von numerischen Simulationen bei pa-
thologischen Befunden erlauben.

Poster Donnerstag

Audiologie

Einfluss der basalen und apicalen Abschlüsse auf das Schwingungs- verhalten der Basilarmembran

H. Taschke, Y. Curdes

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Für die Entwicklung eines FE-Modells der Cochlea ist es notwendig,
neben der Geometrie auch die mechanischen Parameter genügend ge-
nau nachzubilden. Mit Ausnahme der Basilarmembran und des Corti-
organs ist hierüber aus der Literatur nur wenig bekannt. Insbesondere
fehlen genauere Angaben zu den Formen und Eigenschaften des basa-
len und apicalen Abschlusses der Cochlea, z.B. bzgl. des Verlaufes des
Ligamentum spirale an diesen Stellen. Da somit keine Daten für einen
Abgleich der Modellparameter vorhanden sind, muss zunächst unter-
sucht werden, ob und inwieweit Änderungen der Abschlüsse überhaupt
Einfluss auf die Schwingungen der cochleären Trennwand haben.

Das verwendete Cochleamodell ist linear und passiv. Die Basilar- und
die Reissnermembran werden durch einfache Schalenelemente reprä-
sentiert. Das Cortiorgan wird nicht berücksichtigt. Die Basilarmembran

ist nach der Ort-Frequenz-Zugehörigkeit der natürlichen Cochlea abgestimmt, so dass das Modell die Ausbreitung einer Wanderwelle beschreibt, die in erster Näherung der natürlichen Schwingung für hohe Pegel entspricht.

Um zu untersuchen, inwiefern Änderungen der Eigenschaften und Formen der Abschlüsse Einfluss auf die Druckverteilung in den Skalen oder die Basilmembranschwingungen haben, wurden an Basis und Apex die Materialparameter der dortigen Elemente (Nachgiebigkeiten / Dämpfung) variiert. Es wurden sowohl Luft- als auch Knochenschallanregungen simuliert. Der passive Einfluss des Mittel- und Außenohres auf die Schwingungsformen bei Knochenschallanregung wird mit Hilfe einer dreidimensionalen mechanischen Abschlussimpedanz am ovalen Fenster berücksichtigt. Aufgrund der gewählten Modellierungstiefe gelten die Ergebnisse zunächst nur für das betrachtete Modell

Poster Donnerstag

Fahrzeugakustik

Door sound and image of cars

T. G. Filippou¹, H. Fastl¹, S. Kuwano², S. Namba³, S. Nakamura⁴, H. Uchida⁴

¹AG Technische Akustik, MMK, TU-Muenchen, ²Osaka University,

³Takarazuka University of Art and Design, ⁴Mazda Motor Co. Ltd.

In a study of applied psychoacoustics, the sound quality of sounds produced by slamming doors of cars has been rated (Kuwano et al. SQS 2002). The subjects were asked to assign the door sounds to one of the following five categories: luxury sedan, expensive sporty car, economic sedan, pick up truck, others. In addition, the subjects should guess the brand name of the car. In the contribution, histograms are presented, which show the relations between categories and brand names. The ranking of brand names is compared to ratings of car manufacturers by the German Automobile Association (ADAC).

Poster Donnerstag

Kavitation

Acoustic Cavitation Excited by Periodic Sequence of Tone Bursts

Grigory Romanenko*, Valery Andreev**, Vadim Aleinikov**

*Institute of Technical Acoustics, Aachen University, ** Moscow State University, Physics Faculty, Department of Acoustics

Development of cavitation in liquids takes a finite time. At a first step a cloud of cavitative bubble is produced during 10-20 periods of ultrasound wave. Then across more prolonged time a stationary bubble ➡

distribution is set up. The study of the general rules of cavitations development has principal importance in sonochemistry when high-speed reactions are initiated.

In this paper development of acoustic cavitation in liquids was studied theoretically and experimentally. Acoustic cavitation in water and transformer oil was initiated by vibration of magnetostrictive radiator at 18 kHz. Continuous ultrasound and 0.4-s tone bursts with 4 - 8 s repetition periods were employed for cavitation excitation. A noise pressure distribution was detected by spherical piezoelectric hydrophone with 230 kHz resonance frequencies. Acquisition of the pressure waveform was performed both in undisturbed liquids and after radiation of several sequences of bursts. Theoretical approach based on Nolting-Neppiras equation with additional term depending on bubble concentration was employed.

It was found that time of steady state cavitation development in undisturbed liquids was about 40-50 ms for our experimental conditions. This time depended on duration, number and repetition rate of applied bursts. In particular, it was reduced more than twice after consequent radiation of 5 - 7 ultrasound bursts with 4-s repetition period. According to theoretical model it was shown that the growth of bubble concentration resulted in significant reduction in maximum radius and time of its collapse.

Poster Donnerstag

Körperschall

Charakterisierung einer Körperschallquelle am Beispiel einer Servopumpe

J. Kokavec, C. Spehr

Technische Universität Berlin, Technische Universität Berlin

Thema der Arbeit ist die Vorhersage der Leistungsübertragung durch Körperschall von einer Servopumpe in deren Aufhängung. Dazu wurden in Experimenten die „Mobilities“ der Pumpe und der Aufhängung sowie die Schnelle an der laufenden Pumpe ermittelt. Die Berechnung der übertragenden Leistung erfolgte mit Hilfe von zwei Konzepten, dem „Concept of Mobilities“ und im Vergleich dazu mit dem „Concept of Interface Mobilities,“. Als Referenz wurde die übertragende Leistung an der Aufhängung mit installierter Pumpe gemessen und mit den Ergebnissen der Berechnung verglichen. Dabei sind beide Verfahren auf die Anwendbarkeit beim Einsatz in der Autoindustrie untersucht worden.

Poster Donnerstag

Lärmausbreitung

Lärmmanagement auf Truppenübungsplätzen und Standortschießanlagen

S. Pfüller*, W. Simonis*, E. Buchta**, K.-W. Hirsch**

**Bundesministerium der Verteidigung, **Institut für Lärmschutz*

Das Lärmmanagement auf Truppenübungsplätzen und Standortschießanlagen der Bundeswehr hat das Ziel, eine ‚erhebliche‘ Beeinträchtigung der Nachbarschaft durch Schießlärm zu vermeiden und gleichzeitig den Übungsbetrieb der Bundeswehr sachgerecht zu gewährleisten. Zum Lärmmanagement gehört die sachgerechte Prognose des Schießlärm, auf deren Grundlage die Aspekte des Lärmschutzes in die Betriebsführung und in die Bauplanung einfließen können.

Das Institut für Lärmschutz hat im Auftrag des BMVg eine aufeinander abgestimmte Programmfamilie entwickelt, die den Betreiber, die Verwaltungen und die öffentlich-rechtliche Fachaufsicht beim Lärmmanagement unterstützen. Diese sogenannte WinLarm Suite enthält Module zur Erfassung des Schießbetriebs, Expertensysteme zum Auffinden sachgerechter akustischer Quell- und Ausbreitungsparameter für die Vielzahl von unterschiedlichen Waffenknallen, die Ausbreitungsrechnung über große Entfernungen, eine vorschriftengerechte Beurteilung der Lärmbelastung, die Darstellung von Schallimmissionsplänen für die Lärmart Schießlärm für kleine und große Waffen und die vollständige Dokumentation der Prognose. Dabei erfüllt WinLarm einerseits die Forderung, auf der Anlage zeitnah automatisiert eine Lärmprognose in der Schießleitung durchzuführen und anzuzeigen, ohne dass weiteres akustisches Fachwissen erforderlich ist. Andererseits bieten die Programme der Fachaufsicht und dem Planer spezifische Werkzeuge zur detaillierten Analyse der Lärmbelastung und Beurteilung.

Im Rahmen der Präsentation wird der methodische Aufbau von WinLarm erläutert. Die Diskussion wird durch eine Vorführung des Programms unterstützt.

Poster Donnerstag

Lärmwirkung

The Noise Questionnaire Database

Sylke Hallmann*, Rudolf Schuemer**, Rainer Guski*

**Ruhr-Universität Bochum, **FernUniversität Hagen*

In Fragebogen-Untersuchungen zur Lärmwirkung wurden bisher unterschiedliche Operationalisierungen von Wirkungsvariablen (wie z.B. Belästigung) und moderierenden Variablen verwendet, wodurch die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen oft nur schwer zu vergleichen sind. Um für dieses Problem eine Lösung zu finden,



hat sich die Arbeitsgruppe ‚community response‘ der ICBEN (International Commission on the Biological Effects of Noise) als langfristiges Ziel gesetzt, Fragebogen-Guidelines zu entwickeln und einen „Musterfragebogen“ für die Lärmwirkungsforschung zu formulieren. Um dieses Vorhaben zu unterstützen, hat der Arbeitskreis „Ökologische Lärmforschung“ mit der Erstellung einer systematischen Übersicht über bereits vorhandene Fragebögen aus Lärmwirkungsstudien begonnen. LärmforscherInnen aus verschiedenen Ländern, die bereits Befragungen im Bereich der Lärmwirkungsforschung durchgeführt haben, wurden um die Zusendung der eingesetzten Fragebögen gebeten. Diese Fragebögen wurden ggf. übersetzt, jeweils inhaltsanalytisch ausgewertet und in die eigens programmierte Datenbank eingepflegt. Parallel wurden die Fragebögen und das dazu gehörige Material systematisch in einem Archiv gesammelt und können hier eingesehen werden. Die Datenbank ist im Internet unter <http://www.eco.psy.ruhr-uni-bochum.de/nqd> nutzbar, alle Informationen zu dem Projekt sind in Englisch zusammengestellt. Mit Hilfe der eingebauten Suchfunktion können die Daten nach verschiedenen Kriterien geordnet werden. So können hier u.a. Angaben über die Struktur einzelner Fragebögen sowie die in ihnen verwendeten Operationalisierungen für Lärmwirkungs- und Moderatorvariablen gefunden und miteinander verglichen werden. Die Noise Questionnaire Database wird fortlaufend ergänzt und aktualisiert, z. Zt. enthält die Datenbank circa 180 Datensätze bzw. Analysen von Lärmwirkungsfragebögen. Die Datenbank bietet somit die Grundlage für ein mögliches Nachfolge-Projekt, in dem Empfehlungen für Fragebögen in Lärmwirkungsstudien formuliert und ein Vorschlag für ein Musterfragebogen erarbeitet werden sollte.

Poster Donnerstag

Lehre

Neue Formen der Lehre in der Akustik - Das Lernnetz Bauphysik

S. Litjens, H. Röseler

Universität Stuttgart

Die Lehre der Akustik nimmt einen großen Teil in der bauphysikalischen Ausbildung ein. Bauakustik, Raumakustik und Schallimmissionsschutz stehen in engem Zusammenhang mit allen anderen Teilgebieten der Bauphysik. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Vorhabens „Multimediales Lernnetz-Bauphysik“ sollen auch neue Formen der Lehre in der Akustik erarbeitet und erprobt werden. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei in der Vernetzung akustischer Phänomene mit anderen Teilgebieten der Bauphysik. Zur Bewerkstelligung dieser Aufgabe wurde im Rahmen des oben genannten Projektes ein System entwickelt, welches eine flexible

Struktur besitzt und es ermöglicht, Inhalte zu strukturieren und weiterzuentwickeln. Es ermöglicht, Bau- und Raumakustische Berechnungen mit Rechenergebnissen Wärme- und Feuchtetechnischer Programme zu vergleichen sowie akustische Ergebnisse zu Auralisieren und mittels Grundlagen- und Lexikonmodulen zu interpretieren. In der Posterpräsentation sollen die Struktur, die Inhalte und die Möglichkeiten des „Multimedialen Lernnetz Bauphysik“ vorgestellt werden.

Poster Donnerstag

Lehre

Mathematik und akustische Realität

E. Blumschein

Magdeburg

Tools wie Matlab lassen auch in der Akustik kaum Wünsche offen. So kann man Felder berechnen oder auch bequem eine beliebige stepped frequency Wellenform herstellen und benutzen. Um so ärgerlicher sind Probleme bei der Interpretation von Rechenergebnissen sowie Diskrepanzen zwischen den Rechenergebnissen und der Realität. Analytisch berechnet wurde die Eigenfunktions-Entwicklung der Greenschen Funktion für eine Punktquelle in einem endlosen Rohr. Das Einsetzen von praktischen Werten offenbart, dass ihr zunächst keine physikalische Realität zukommt. Earl G. Williams nennt die Moden „nicht sehr physikalisch,, F. Fahy erläutert Konsequenzen. Während man in solchen Fällen an die Notwendigkeit erinnert wird, die Ebene des Modells wieder zu verlassen, gelingt letzteres bei der Fourier-Transformation nicht befriedigend. Bereits die Hintransformation führt zu Ambivalenz. Die Rücktransformation liefert außer der Originalfunktion auch ihr zeitliches Spiegelbild. Die a priori einseitige Fourier-Kosinus-Transformation (FCT) passt meist besser. Sie vermeidet unsinnige Frequenzen bzw. Wellenzahlen sowie Akausalität und Redundanz. Sie reicht deshalb aus, weil eine negative verstrichene Zeit physikalisch ebenso unreal wie ein negativer Radius ist. An der Ewald-Kugel spart die FCT zwar immerhin sieben Achtel ein. Als wichtiger wird jedoch eingeschätzt, dass die Theorie jetzt ohne Bedenken nachvollziehbar ist.

Poster Donnerstag

Messtechnik

Messtechnische Untersuchung im Nahfeld von Lautsprechern

Jelena Klaric

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

In dieser Arbeit sollen die verschiedenen Messlautsprecher untersucht werden, um festzustellen, bis zu welchen Abständen Kugelwellen oder Näherungen für ebene Wellen gültig sind. Für verschiedene Abstände wird das Schallfeld mit einer Intensitätssonde und einem Drehteller untersucht.



Wegen verschiedener Charakteristika der Mikrofone ist eine Korrektur erforderlich. Es wird der Schalldruck gemessen, und daraus rechnet man den Intensitätspegel mit der Zwei-Mikrofontechnik. Die Messungen werden dabei mit einem Sweep im Frequenzbereich gemacht. Es werden einige Analyse und Darstellungsmethode diskutiert, um festzustellen, welche räumlichen und spektralen Verzerrungen durch Meslautsprecher verursacht werden. Ein Anwendungsbeispiel für die Ergebnisse dieser Arbeit ist die Nahfeldmessung von HRTF.

Poster Donnerstag

Messtechnik

Nonlinear acoustic doppler tomography of flowing liquid

I.N.Didenkulov¹, L.M.Kustov², A.I.Martyanov², N.V.Pronchatov-Rubtsov¹

¹*Institute of Applied Physics, Nizhny Novgorod (Russia)*, ²*Nizhny Novgorod State University (Russia)*

Measurement of parameters of flowing liquid is one of problems, which have many applications. Traditionally it is solved by linear acoustic methods, i.e. the Doppler technique, which meets some restrictions in strong reverberation conditions. The nonlinear acoustic methods are known as free from reverberation. It is known that a bubble has prominent nonlinear properties. For moving bubbles the specific Doppler frequency shift arises for the difference frequency scattering, which can be used for bubble flow velocity measurement. For low-density bubble populations in flowing liquid such measurements can be done in the approximation of given primary waves. For dense bubble streams it is necessary to take into account attenuation of primary waves at bubbles inside the flow. The latter case is considered in this paper and called the difference frequency Doppler tomography method. Experimental measurements were done in a water tank with a submerged cavitation water jet. The results of the work demonstrate the possibility of the nonlinear acoustic Doppler tomography of flowing bubble liquids, which can find different applications.

Interaktion visueller und auditiver Wahrnehmungen in der RaumakustikE. Abou-Elleal*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Welcher Gesamteindruck entsteht, wenn zwischen der visuellen und auditiven Wahrnehmung eine Diskrepanz besteht? Zur Beantwortung dieser Frage soll die Interaktion von Innenarchitektur und Raumakustik untersucht werden. Diese Arbeit beschäftigt sich mit o.g. Interaktion in einem mobilen Theater, das von den Studierenden der Fakultät für Architektur der RWTH Aachen entworfen wurde. Der Schwerpunkt des Entwurfs war die Möglichkeit, den Vorstellungsraum als ganz geschlossenes, teilweise geöffnetes Theater, oder als Freilichtbühne verändern zu können. Man erwartet z.B. bei einer Darbietung im geschlossenen Theater Klänge mit einer Nachhallzeit länger als bei der Freilichtbühne. Mit Hilfe von elektro-akustischen Maßnahmen könnte die Nachhallzeit für die Freilichtbühne verlängert werden ohne den visuellen Eindruck zu verändern. Zur Untersuchung dieser Fragestellung wird der Entwurf erstens mit Hilfe von Computerunterstützungen möglichst realistisch visuell und auditiv simuliert, zweitens wird mit mehreren Personen ein Seh-Hörversuch durchgeführt. Anhand der Ergebnisse kann die Interaktion von Innenarchitektur und Raumakustik subjektiv beurteilt und in der ersten Phase der Planung von Räumen, in denen Sprache vorgetragen oder Musik aufgeführt wird (z.B. Klassenräume, Hörsäle, Theater, Konzertsäle, Kirchenräume, usw.), berücksichtigt werden.

Fotos der Tagungsgebäude



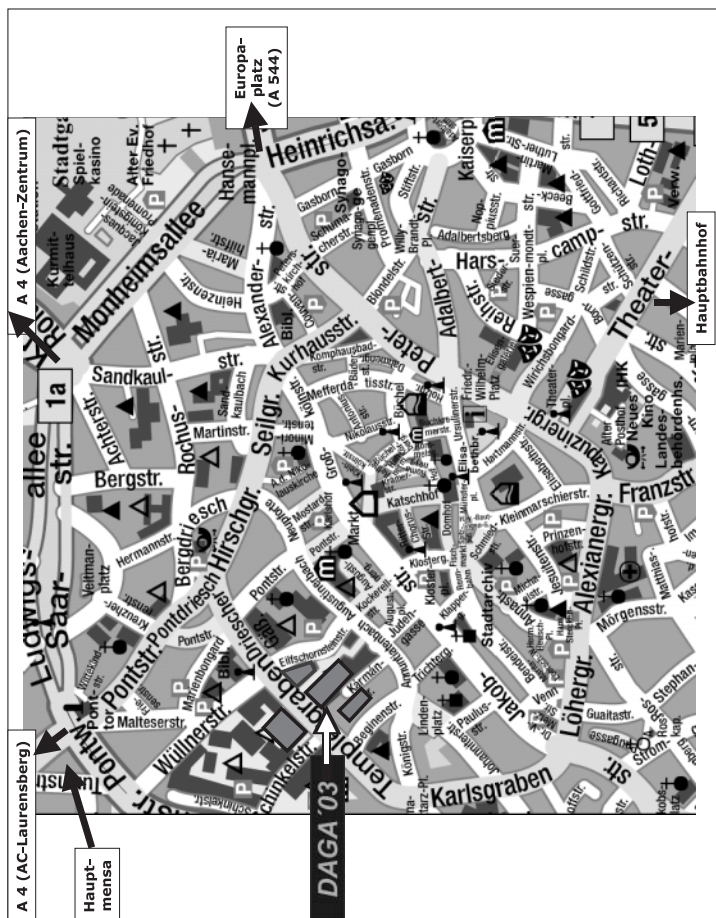
RWTH-Hauptgebäude

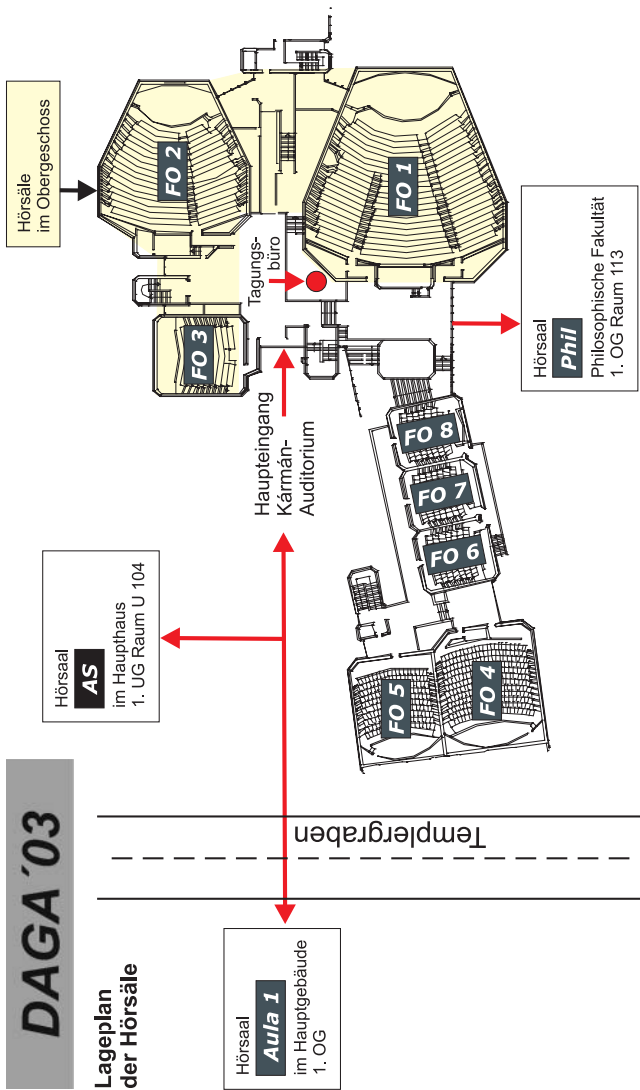


Kármán-Auditorium



Philosophische Fakultät





Index

- Abdel Alim, O. 197
 Abou-Elleal, E. 293
 Ackermann, U. 113
 Adams, M. 111
 Aichner, R. 179
 Aigner, R. 239
 Alber, T. 130
 Alberts, O. 155
 Aleinikov, V. 287
 Alexandrov, S. 4
 Altmann, J. 128
 Anderson, P. 233
 Andreev, V. 287
 Angster, J. 105
 Antes, H. 212
 Apitz, I. 75
 Appel, J. 80
 Arndt, R. 112
 Arnemüller, J. 181
 Arora, M. 78
 Asmussen, B. 260

 Babisch, W. 274
 Baesekow, H. 229
 Balan, R. 178
 Balazs, P. 272
 Balmer, M. 149
 Baltrusch, M. 108
 Barsikow, B. 115
 Bartolomaeus, W. 50
 Bartsch, G. 213
 Baschnagel, K. 223
 Basel, B. 175
 Bauer, M. 173
 Baumann, I. 49
 Baumann, U. 256
 Baumann, W. 180
 Baumgartner, W. D. 255
 Beckenbauer, T. 43
 Becker, J. 114
 Beckmann, T. 249

 Becot, F.-X. 233
 Beek, A. van. 261
 Beerends, J. 227
 Behler, G. 4, 143
 Behrends, J. 69
 Beier, M. 217
 Bellmann, M. 49
 Bender, F. 162
 Bergandt, D. 113
 Berger, J. 227, 228
 Bergweiler, S. 110
 Beringer, N. 231
 Bernhard, U. 112, 116
 Bethke, C. 129, 134, 201
 Betke, K. 135
 Bettinelli, M. 283
 Beuving, M. 261
 Biermann, J.-W. 249
 Bietz, H. 131
 Bigler, E. 166
 Bikonis, K. 136
 Bindeus, R. 163
 Binhack, M. 160
 Birkholz, P. 57
 Bisping, R. 125
 Bittner, J. 50
 Bitzer, J. 63, 178, 183
 Blau, M. 139
 Blauert, J. 142, 197
 Blokland, G. van 217
 Blug, T. 67
 Blumrich, R. 243
 Blumschein, E. 86, 291
 Bob, A. 144
 Bodden, M. 116
 Böhm, A. 116
 Böhm, M. 45, 88, 89, 281
 Bös, J. 212
 Bogler, C. 252
 Bohn, B. 274
 Borisyuk, A. 173

Bork, I.	106, 137	Deutsch, W. A.	255
Bormann, V.	224	Dickert, F. L.	163
Braasch, J. . 107, 108, 142, 280		Didenkulov, I. N.	274, 292
Brand, S.	189	Diem, A.	66
Brandenburg, K.	245	Dierkes, M.	161
Brandstätter, W.	284	Dietrich, T.	204
Brandt, J.	190	Dietz, M.	245
Brechbühl, M.	199	Divkovic, G.	192
Brecht, D.	210	Döhle, A.	184, 269
Breebaart, D. J.	246	Döring, W. H.	255
Breithaupt, C.	61	Domine, J.	117
Breuer, F.	142	Donner, U.	147, 152
Brick, H.	209	Drechsler, A.	53
Brinker, A. C. den	246	Drepper, F. R.	60
Bruhns, O.	273	Dreyer, T.	195
Buchholz, J. M.	181		
Buchner, H.	179	Ebert, F.	177
Buchta, E.	289	Eggenschwiler, K.	223
Bühn, U.	202	Eisenmenger, W.	81
Bülow, P. von	157	Eisfeldt, O.	228
Büttner, S.	276	Ellermeier, W.	83
Buff, W.	160	El Hachemi, Z.	214
Bungenberg, R.	91	Emrich, F.	279
Burkhart, C.	53	Enzner, G.	62
Busch, H. P.	222	Ermert, H.	189, 273
Buschbacher, H. P.	131	Eschricht, D.	176
Buss, S.	47, 49	Estorff, O. von	207, 214
		Ewert, R.	174
Carolus, T.	244	Ezersky, A. B.	274
Cauberg, H.	3		
Chalupper, J.	253, 254	Fallen, M.	177
Chudalla, M.	51	Faller, C.	246
Cousin, P.	228	Fankhauser, C.	90
Curdes, Y.	286	Farag, H.	197
		Fastl, H. 45, 85, 88, 89, 109,	
Dahint, R.	164	122, 253, 256, 280,	
Daniel, P.	83	281, 287	
Dau, T.	47		
Debus, J.	192	Faulhaber, P.	49
Declercq, J. F.	185	Fechler, J.	248
Deffarges, F.	4	Fedtke, T.	203
Degrieck, J.	185	Fein, O. M.	170
Dehé, A.	239, 242	Fels, J.	252
Delfs, J.	171	Feneberg, G.	59, 97
Delfs, J. W.	174	Filbert, D.	179
		Filippou, T. G.	88, 287

Fingscheidt, T.	64	Graf, H.	203
Fischer, A.	150	Grill, W.	239
Fischer, H.-M. 3, 53, 55, 57, 130, 133		Grimm, G.	62
Fischerauer, G.	157	Großer, J.	206
Fleischer, H.	104	Groll-Knapp, E.	48, 49
Forbes, B. J.	70	Guerra, A.	75
Fornara, P.	189	Guidati, S.	172
Franck, A.	215	Guimarães, J. H. G.	73
Freese, N.	49	Guski, R.	289
Freisse, J.-L.	228		
Fritze, D.	215	Haas, F.	101
Fruhmann, M.	253	Haas, R.	251
Fuder, G.	224	Halbe, C.	57
Földner, M.	239	Hallez, R.	214
		Hallmann, S.	49, 289
Gabriel, J.	135	Hammershøi, D.	253
Gärtner, C. 123, 124, 237		Hamsch, M.	160
Gatzwiller, K.	203	Hansen, J.	169
Gauger, M.	97	Hardtke, H.-J.	215
Gaul, L.	170	Haubensak, H.	130
Gauterin, F.	234	Hauer, I.	90
Gazda-Miarecka, S.	163	Haverkamp, M.	232, 282
Geier, H.	59	Hayden, R.	163
Geisler, R. 76, 77		Heimann, D.	218, 243
Geisreiter, C.	113	Heinecke-Schmitt, R.	224
Geng, C.	66	Heinrichs, R.	46, 116
Genuit, K. 119, 123		Heisterkamp, P.	230
Gerber, M.	58	Hellbrück, J.	85
Gerlach, A.	182	Hellmig, M.	115
Gerretsen, E. I. 3, 42		Hemmer-Schanze, C.	221
Getzmann, S.	89	Hemmert, W.	58
Gewalt, M.	112	Hensel, A.	128
Gierlich, H. W. 143, 228		Heppelter, M.	114
Ginn, B.	203	Herbertz, J.	185
Glettler, A.	90	Herbst, J.	74
Gölzer, H.	59	Hereth, H. J.	236
Görne, T.	110	Hess, W.	142
Goertz, A.	98	Hessinger, J.	131
Gold, P. W.	248	Heute, U.	225
Gorelik, V.	100	Heydinger, D.	221
Goydke, H.	265	Heynemann, H.	189
Grömping, U.	46	Hilge, C.	221
Grünewald, M.	175	Hilleringmann, U.	161
Grabsch, H.-P.	182	Hiltawsky, K. M.	189
		Hindl, D.	4

Hirsch, K.-W.	127, 289	Kastreuz, B.	90
Hirschfeld, D.	200	Katzer, R.	286
Hirse Korn, S.	238	Kellermann, W.	179
Hoesel, R. v.	255	Kellert, T.	117, 118
Hoffelner, J.	269	Kern, M.	106
Hoffmann, H.-O.	93	Kettler, F.	60, 143, 228
Hoffmann, R.	71, 160, 200	Khaled, W.	273
Hoffmeier, J.	145	Khutter, W.	156
Hoffsümmer, H.	123	Kijewski, H.	80
Hofmann, H.	160	Klann, M.	187
Hohmann, B.	275	Klaric, J.	291
Hohmann, V.	62, 257	Klaus, H.	228
Hojan, E.	264	Kleber, J.	251
Holmerg, M.	58	Kleiner, M.	266
Holstein, P.	103, 198, 200	Kleinschmidt, M.	59
Holtz, F.	131	Klemenz, M.	118
Holzer, A.	258	Klett, F.	263
Homm, A.	210	Klett, S.	160
Hoole, P.	69	Klippel, W.	4, 99
Huber, P.	192	Knaak, M.	179
Hübelt, J.	103, 211	Knöfel, B.	92
Hübner, G.	71	Kob, M.	265, 286
Hüttenmoser, C.	235	Koch, C.	187, 193
Ingelaere, B.	3	Koch, M.	200
Irle, H.	150	Koch, P.	80, 81
Jäger, S.	262	Koci, V.	280
Jakob, A.	167, 168	Köhl, M.	214
Jaksch, M.	261	Költzsch, P.	96, 103, 173
Jalics, K.	90	König, C.	49
Janott, C.	221	König, F.	100
Janssens, K.	111	König, M.	232
Jax, P.	64	Köster, M.	152
Jenderka, K.-V.	189	Köthe, L.	189
Jenne, J.	192	Koh, H.	167
Jonasson, H. G.	217	Kohlrausch, A.	95
Jung, C.	81	Kokavec, J.	288
Kaernbach, C.	87, 252	Kollmeier, B.	181
Kahlert C.	221	Kolossa, D.	180
Kalivoda, M. T.	261	Korany, N.	198
Kallinger, M.	63, 183	Kordon, U.	264
Kammeyer, K.-D.	63	Kornadt, O.	102, 146
Kandelaki, D.	71	Kornagel, U.	65
		Krahé, D.	170
		Krapf, K.-G.	154

Krause, M.	92	Lißmann, B.	286
Krauss, G.	4	Lieberzeit, P.	163
Krebber, J.	229	Liebler, M.	196
Krebber, W.	119	Liederer, W.	47
Krefting, D.	77, 78, 81	Liepert, M.	126
Kristen, M.	184	Lindau, O.	79
Kröger, B. J.	66	Linhard, K.	230
Kropp, W.	210, 233	Litjens, S.	266, 290
Krüger, F.	258	Löwe, R.	147
Krüger, J.	232	Lorenz, K.-H.	142
Kruse, R.	49	Lubert, K. H.	162
Kühner, D.	219	Lubniewski, Z.	136
Kühnicke, E.	184	Ludwig, T.	225
Küpper, K.	249	Lummer, M.	174
Kuhn, P.	182		
Kurz, R.	130, 132, 135	Mackenzie, D.	103
Kurz, T.	76, 77, 79	Makarski, M.	4, 99
Kurze, U. J.	50, 216	Marberg, H.	91
Kustov, L. M.	292	Marburg, S.	215
Kuwano, S.	287	Markowitz, M.	177
		Martin, R.	61
Laback, B.	255	Martyanov, A. I.	292
Labouret, S.	77	Marx, W.	259
Lacroix, A.	267, 270, 283, 285	Matuschek, R.	242
Landes H.	269	Maysenhölder, W.	133
Langer, S.	212	Mees, P.	3
Larsson, K.	233	Mehra, S. R.	126, 266
Lauke, T.	174	Meinke, M.	174
Lauterborn, W.	76–81	Meis, M.	221
Leckschat, D.	140	Mellert, V.	48, 49, 242
Leeuwen, H. van	220	Mercier, V.	275
Legler, R.	150	Metten, B.	79
Leitgeb, M.	131	Mettin, R.	76–78, 80, 81
Leitmann, T.	49, 275	Metzen, H.	126, 243
Lentz, T.	196	Meyer, J.	106
Lenz, U.	156	Michaelis, D.	68
Lepoint, T.	77	Michel, U.	176
Lepoint-Mullie, F.	77	Miklós, A.	105
Lerch, R. ..	184, 239, 241, 269	Milz, H.-J.	202
Leroy, O.	185	Möck, T.	130
Leschka, S.	188	Möhler, U.	126
Lessing, J.	68	Möller, S.	228, 229
Leuthardt, F.	279	Moersch, K. A.	78
Leuven, K. U.	3	Möser, M.	167, 168, 271
Levêque, J.-M.	77	Mohr, C.	233

- Moldrzyk, C. 141
 Moll, W. 55
 Mors, A. 250
 Moszynski, M. 136
 Mubeezi-Magoola, A. J. ... 241
 Müller, C. 113, 163
 Müller, R. 198, 241
 Müller-Deile, J. 255
 Muller, S. 225

 Naßhan, K. 133
 Nabuco, M. 225
 Nahen, K. 75
 Nakamura, S. 287
 Namba, S. 287
 Neubauer, R. O. 147
 Nicklich, H. 202
 Nicolai, J. 255
 Nicolai, M. 232
 Niederdränk, T. 240
 Niehoff, W. 96
 Nix, J. 62
 Nocke, C. 2, 221
 Nolte, B. 208
 Nordmann, R. 72, 212
 Notbohm, G. ... 123, 124, 237
 Novo, P. 198

 Oberfeld, D. 86
 Ochmann, M. 208, 209
 Ögren, M. 210
 Özkan, A. 90
 Ohl, C.-D. 76, 78
 Ohly, C. 167, 168
 Oliva, C. 236, 277
 Onnich, J. 262
 Oomen, A. W. J. 246
 Orglmeister, R. 180
 Osetrov, A. 208
 Ostertag, J. 172

 Panek, L. 168
 Parlitz, U. 78
 Patsouras, C. ... 45, 88, 89, 109,
 122, 281
 Patsouras, D. 45, 88, 114, 122,
 235
 Pecha, R. 81
 Peine, H. 210
 Peters, T. 257
 Petersen, A. 135
 Petersson, B. A. T. 44, 73
 Pétrier, C. 77
 Pfüller, S. 289
 Pfaffelhuber, K. . 45, 114, 122,
 235
 Pfeifer, G. 188
 Pike, E. R. 70
 Piorr, D. 83
 Pitsch, S. 105
 Pleeck, D. 3
 Pohl, A. 159
 Pohlenz, R. 54
 Pok, S. M. 255
 Pompino-Marschall, B. 66
 Ponsele, P. van de 111
 Portele, T. 230
 Prager, J. 73
 Prezel, D. 112
 Priebisch, H. 112
 Priebisch, H. H. 90
 Probst, W. 126, 147, 152, 155,
 243
 Pronchatov-Rubtsov, N. V. 292
 Püschel, D. 48
 Puts, B. H. C. 3

 Raake, A. 226, 229
 Rabold, A. 131
 Rader, T. 109
 Ramsteiner, R. 131
 Ranostaj, F. 267, 270
 Rapp, M. 162
 Rasmussen, B. 51
 Rastert, R. 192
 Raum, K. 190
 Reichling**, S. 273
 Reindl, L. 158, 159
 Remmers, H. 48, 49
 Reuter, K. 253

Richter, D.....	205	Schmidt, S.....	108
Richter, T.....	71	Schmidt-Ott, W.-D.....	76
Rickard, S.....	178	Schmidtke, E.....	206
Riedlinger, R. E.....	194, 195	Schmitz, A.....	3
Rindel, J. H.....	51	Schmitz, G.....	191
Rix, A.....	227	Schneider, M.....	55, 57
Rjasanow, S.....	214	Schnell, K.....	285
Roßberg, S.....	84	Schnelle, F.....	132, 135
Röber, M.....	60	Scholl, W.....	3, 129, 131
Röder, A.....	49	Scholz, K.....	225
Röseler, H.....	266, 290	Schröder, H.....	278
Romanenko, G.....	140, 287	Schröder, W.....	174
Ronneberger, D.....	206	Schreiber, S.....	102
Roo, F. de.....	218	Schuchardt, D.....	229
Ropers, C.....	234	Schuemer, R.....	289
Rosca, J.....	178	Schütze, K.....	75
Rosenberger, F.....	143, 228	Schuhmacher, R.....	3
Rosenfeld, E.....	191	Schuijers, E. G. P.....	246
Rosenheinrich, H.....	146	Schulte-Fortkamp, B. . .	48, 49, 120
Rothhämel, J.....	283	Schultz-von Glahn, M.....	135
Ruhe, C.....	223	Schulze, A.....	214
Rupp, S.....	165	Schumacher, R.....	278, 280
Rust, A.....	112	Schwarz, H.....	121
Rychagov, M.....	273	Schwarz-Röhr, B.....	268
Saß, B.....	278, 280	Schwarze, S.....	123, 124, 237
Sägmüller, B.....	75	Seeber, B.....	256, 280
Saemann, E.-U.....	234	Seifert, F.....	159
Sagemühl, D.....	82, 153, 200	Seiler, A.....	149
Sahr, R.....	94	Selivanovsky, D. A.....	274
Salomons, E.....	218	Sellerbeck, P.....	118
Salz, D.....	84	Siegmund, B.....	80
Sarradj, E.....	92, 204, 270	Siemer, D.....	62
Schönwald, N.....	176	Silzle, A.....	197
Schanz, D.....	79	Simmer, K. U.....	183
Scheck, J.....	53, 57, 130	Simmer, U.....	178
Schelenz, R.....	248	Simonis, W.....	289
Schemel, C.....	176	Skowronek, J.....	228
Schick, A.....	221	Smitmans, L.....	190
Schickfus, M. von ...	157, 165	Sobotta, R.....	81
Schirmer, W.....	144	Sorge, W.....	52
Schlipf, A.....	235	Sottek, R.....	117–119
Schmid, K.....	255	Späh, M.....	133
Schmid, P.....	233	Spehr, C.....	288
Schmidt, L.....	82, 200		

Stankewitz, B.	122	Voigt, A.	162
Stein, M.	72	Volz, R.	271
Steindl, R.	159	Vorländer, M. ...	3, 14, 29, 140
Steiner, N.	75	Vormann, M.	84
Stengel, T.	177	Vos, P. de.	216
Stepanek, J.	111	Vries, D. de.	3
Stephenson, U. M. ...	137, 138		
Stepnowski, A.	136	Wagner, J.	157
Stiebel, D.	217	Wagner, S.	172
Stirnemann, A.	203	Walk, M.	279
Stoffels, H.	249	Waroquier, L.	257
Straßen, W.	153	Waubke, H.	250, 268, 272
Stradtman, H.	259	Weber, R.	45, 47–49
Strasser, H.	150	Wegner, C.	4
Strauch, O.	117	Weigel, R.	158
Streicher, A.	241	Weise, W.	129
Stremel, M.	244	Weistenhöfer, C.	240
Strube, H. W.	68, 285	Weltin, U.	272
		Werner, E.	149
Taschke, H.	286	Wetzel, E.	154
Tennhardt, H.-P.	145, 220	Weyermann, P.	199
Teuber, W.	94, 144	Wilde, A.	104, 139
Thaden, R.	53, 129	Wilkens, V.	186
Thiele, F.	176	Wilms, S.	157
Thomas, C.	272	Winkler, R.	66
Thrane, H. W.	260	Wirth, K.	148
Tiesler, G.	222	Wismüller, A.	69
Tournour, M.	214	Witew, I.	143
Trimmel, M.	48, 49	Witing, A.	205
Trimpop, M.	170	Wittkop, T.	62
Trouvain, J.	67	Wittstock, V.	134, 201
Tschakert, R.	71	Wolff, M.	98
Turnwald, A.	140	Wolfrum, B.	76, 80
		Wullens, F.	233
Uchida, H.	287		
Uhlrich, G.	229	Zacharias, M.	189
Uygun, A.	221	Zaleski, O.	207
		Zeibig, A.	173, 205
Venugopalan, V.	75	Zeitler, A.	85
Vermeir, G.	3	Zenner, H. P.	43
Vietoris, A.	233	Ziegenhals, G.	108
Vjästfjäll, D.	237	Zipser, L.	166
Völker, E.-J.	94, 144	Zoia, G.	247
Vogel, A.	75	Zscherpel, D.	110
Vogelsang, B. M.	152, 154		

DAGA'03 – 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 21 wählen und hier ankreuzen:

Gruppe: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8

Früh-/Spätbucher: ☐ früh ☐ spät

Tagungsgebühr: _____ €

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'03 Konto-Nr.: 1083720103, 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: _____

Zusätzliche Anmeldung

- ☐ Ich melde mich für das EAA-Symposium „Building acoustics quality - Discussion on goals, strategy and results“ an.
- ☐ Ich melde mich für das Vorkolloquium „Elektroakustik und Beschallungstechnik“ an.

Hinweis: Anmeldungen zu den Exkursionen unter

www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03/exkursionen

Senden Sie bitte das ausgefüllte Formular an

DEGA e.V., Tagungssekretariat DAGA'03

Universität Oldenburg

Physik - Akustik

26111 Oldenburg

Fax: +49 441 798-3698

DAGA'03 – registration form without presentation

Please fill in one sheet per participant.

☐ Private address ☐ address at work

title, first name, family name: _____

address: _____

Registration fee

Please mark the corresponding group according to table of fees on page 36:

group: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8

early-/late booking: ☐ early ☐ late

fee to be paid: _____ €

Payment

Please mark:

☐ Credit card: (Payments from within Germany please use „Einzugs-ermächtigung“)

☐ Eurocard/Mastercard ☐ Visa/JCB ☐ American Express

Card number: _____ Expiry date: _____

Card holder's name: _____

Signature: _____

Pre colloquia

☐ I would like to register for the EAA-Symposium „Building acoustics quality - Discussion on goals, strategy and results“.

☐ I would like to register for the pre-colloquium „Elektroakustik und Beschallungstechnik“.

Attention: Registrations for excursions, please follow

www.akustik.rwth-aachen.de/DAGA03/exkursionen

Fill in this page and send to

DEGA e.V., Tagungssekretariat DAGA'03

Universität Oldenburg

Physik - Akustik

D-26111 Oldenburg Fax: +49 441 798-3698