



**ITG**



**VDI**



**28. Deutsche Jahrestagung für Akustik  
Bochum, 4. bis 7. März 2002**

**Impressum: DAGA'02 - Programmheft:**

DEGA e.V. - Geschäftsstelle

Dr. Christian Nocke

c/o Universität Oldenburg

Physik - Akustik

D-26111 Oldenburg

**Kontakttelefon während der Tagung: +49 234 322 2495**

Druck: Isensee Verlag, Oldenburg

Satzsystem: L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2<sub>ε</sub>

<b>Donnerstag, 07.03.</b>	8:30 – 9:15 Planarvortr. (Lothar-Cremer-Preis)	9:15 – 9:35 VDI-Preisverleihung	9:35 – 10:00 Kaffeepause	10:00 – 10:25 Vortrag	10:25 – 10:50 Vortrag	10:50 – 11:15 Vortrag	11:15 – 11:40 Vortrag	11:40 – 12:05 Vortrag	12:05 – 12:30 Vortrag	12:30 – 13:20 Mittagessen	13:20 – 13:45 Vortrag P	13:45 – 14:10 Vortrag O	14:10 – 14:35 Vortrag S	14:35 – 15:00 Vortrag E	15:00 – 15:25 Vortrag R	15:25 – 15:50 Kaffeepause	ab 15:50 Mitgliederversammlung
---------------------------	---	------------------------------------	-----------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------------------

<b>Mittwoch, 06.03.</b>	8:30 – 9:15 Planarvortrag 3	9:15 – 10:00 Planarvortrag 4	10:00 – 10:25 Kaffeepause	10:25 – 10:50 Vortrag	10:50 – 11:15 Vortrag	11:15 – 11:40 Vortrag	11:40 – 12:05 Vortrag	12:05 – 12:30 Vortrag	12:30 – 13:20 Mittagessen	13:20 – 13:45 Vortrag P	13:45 – 14:10 Vortrag O	14:10 – 14:35 Vortrag S	14:35 – 15:00 Vortrag E	15:00 – 15:25 Vortrag R	15:25 – 15:50 Kaffeepause	15:50 – 16:15 Vortrag	16:15 – 16:40 Vortrag	16:40 – 17:05 Vortrag	17:05 – 17:30 Vortrag	17:30 – 17:55 Vortrag	17:55 – 18:20 Vortrag	18:30-20:00 Fachausschuss-Sitzungen	ab 20:00 Geselliges Beisammensein offen, u.a. Fachausschüsse (IBZ)
-------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--	---

<b>Dienstag, 05.03.</b>	9:00 – 10:45 Eröffnung DAGA '02 Preisverleihungen (Helmholtz & Lothar-Cremer), Grußadresse	10:45 – 11:00 Kaffeepause	11:00 – 11:45 Planarvortrag 1	11:45 – 12:30 Planarvortrag 2	12:30 – 13:20 Mittagessen	13:20 – 13:45 Vortrag P	13:45 – 14:10 Vortrag O	14:10 – 14:35 Vortrag S	14:35 – 15:00 Vortrag T	15:00 – 15:25 Vortrag E	15:25 – 15:50 Kaffeepause	15:50 – 16:15 Vortrag	16:15 – 16:40 Vortrag	16:40 – 17:05 Vortrag	17:05 – 17:30 Vortrag	17:30 – 19:00: Gesell. Beisammensein (AudiMax)	ab 19:15 Öffentlicher Abendvortrag Ahrens und Orgelkonzert Buttmann (AudiMax)
-------------------------	---	------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	---	--

<b>Montag, 04.03.</b>	9:00-12:00 DEGA Vorstandsrat Mittagessen	12:00 – 13:00 Mittagessen	13:00 Workshop zur neuen Richtlinie VDI 3765 <b>Geräuschemission von Baustellen</b> S. Jud	13:00 EAA SYMPOSIUM <b>Communication Acoustics</b> J. Blauert
-----------------------	--	------------------------------	--	---

<b>Sonntag, 03.03.</b>	<b>ABLAUF- PLAN DAGA '02</b>	12:00 – 19:00 DEGA- Vorstandssitzung
------------------------	----------------------------------	---

**Telephone contact  
during the conference:**

**+49 234 322 2495**

## Inhaltsverzeichnis / Table of contents

Tagungsübersicht . . . . .	5
Stundenpläne - Schedules . . . . .	9
Grußwort der Tagungsleitung . . . . .	17
Welcome Address . . . . .	19
Hinweise zur Tagung . . . . .	21
Hinweise für Autoren von Vorträgen . . . . .	30
Hinweise zu den Manuskripten . . . . .	31
Hinweise zur Präsentation von Postern . . . . .	31
General Information . . . . .	33
Indications for Authors of Presentations . . . . .	42
Indications to the Manuscripts . . . . .	42
Indications for the Presentation of Posters . . . . .	43
<b>Montag (Monday)</b>	
EAA SYMPOSIUM on „Communication Acoustics“ . . . . .	45
Workshop zur Richtlinie VDI 3765	
Geräuschemission von Baustellen . . . . .	52
<b>Dienstag (Tuesday)</b>	
Eröffnung der DAGA'02 und Preisverleihungen . . . . .	53
Plenarvortrag Lacroix . . . . .	53
Plenarvortrag Mourjopoulos . . . . .	54
Brillouin Spectroscopy I (structured session) . . . . .	55
Biomedical Ultrasound I (structured session) . . . . .	58
Speech-Quality Monitoring I (structured session) . . . . .	62
Fahrzeugakustik (Außengeräusche) I (Strukt. Sitzung) . . . . .	64
Virtuelle Akustik . . . . .	67
Psychoacoustics: Basics & Applications I (structured session) . . . . .	71
Belästigung durch Schalleinwirkungen I (Strukt. Sitzung) . . . . .	74
Lärm (Aero-Akustik) I . . . . .	78
Room & Building Acoustics I (structured session) . . . . .	81
Brillouin Spectroscopy II (structured session) . . . . .	84
Biomedical Ultrasound II (structured session) . . . . .	86
Speech-Quality Monitoring II (structured session) . . . . .	89
Fahrzeugakustik (Außengeräusche) II (structured session) . . . . .	92
Raumakustik I . . . . .	94
Psychoacoustics: Basics & Applications II (structured session) . . . . .	97
Belästigung durch Schalleinwirkungen II (structured session) . . . . .	100
Lärm (Aero-Akustik) II . . . . .	103
Lärm III . . . . .	104
Room & Building Acoustics II (structured session) . . . . .	105
Öffentlicher Abendvortrag Ahrens und Orgelkonzert Buttman . . . . .	108
<b>Mittwoch - (Wednesday)</b>	
Plenarvortrag Kohlrausch . . . . .	109
Plenarvortrag Stepnowski . . . . .	109
Photoacoustics I (structured session) . . . . .	111

Ultraschall I . . . . .	115
Sprachakustik . . . . .	119
Fahrzeugakustik (Cabrio-Zittern) III (Strukt. Sitzung) . . . . .	122
Raumakustik II . . . . .	125
Psychoacoustics: Basics & Applications III (structured session) .	128
Lärm IV . . . . .	131
Diskussion der Schallausbreitung von (Impuls-)Geräuschen unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Verfahren I (Strukt. Sitzung) . . . . .	135
Bauakustik I . . . . .	138
Lehre in der Akustik I (Strukt. Sitzung) . . . . .	141
Photoacoustics II (structured session) . . . . .	144
Ultraschall II . . . . .	147
Physiologie der auditiven Wahrnehmung I (Strukt. Sitzung) . . .	151
Fahrzeugakustik (Subjektive Bewertungen) IV (structured session)	156
Elektroakustik I . . . . .	159
Psychoacoustics: Basics & Applications IV (structured session) .	161
Lärm V . . . . .	164
Diskussion der Schallausbreitung von (Impuls-)Geräuschen unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Verfahren II (Strukt. Sitzung) . . . . .	167
Diskussion der Inhalte der internationalen Normenreihe ISO 1996 I (Strukt. Sitzung) . . . . .	169
Bauakustik II . . . . .	170
Lehre in der Akustik II (Strukt. Sitzung) . . . . .	173
Hydroacoustics I (structured session) . . . . .	176
Ultrasonics I (structured session) . . . . .	180
Physiologie der auditiven Wahrnehmung II (Strukt. Sitzung) . .	183
Audiologische Akustik I . . . . .	184
Fahrzeugakustik V . . . . .	187
Elektroakustik II . . . . .	190
Psychoacoustics: Basics & Applications V (structured session) .	193
Psychoakustik I . . . . .	195
Lärmwirkungen I . . . . .	197
Diskussion der Inhalte der internationalen Normenreihe ISO 1996 II (Strukt. Sitzung) . . . . .	202
Messtechnik I . . . . .	205
Bauakustik III . . . . .	206
Lehre in der Akustik III (Strukt. Sitzung) . . . . .	209
Varia . . . . .	210
<b>Donnerstag - (Thursday)</b>	
Plenarvortrag Lothar-Cremer-Preisträger . . . . .	212
VDI-Preisverleihung . . . . .	212
Hydroacoustics II (structured session) . . . . .	212
Ultrasonics II (structured session) . . . . .	216
Kavitation I . . . . .	218

Audiologische Akustik II . . . . .	220
Fahrzeugakustik VI . . . . .	224
Numerische Methoden I . . . . .	228
Psychoakustik II . . . . .	232
Lärmwirkungen II . . . . .	235
Zur Lautstärke von Beschallungsanlagen I (Strukt. Sitzung) . . .	238
Messtechnik II . . . . .	239
Bauakustik IV . . . . .	244
Hydroacoustics III . . . . .	247
Hydroakustik . . . . .	249
Kavitation II . . . . .	250
Musikalische Akustik . . . . .	253
Fahrzeugakustik VII . . . . .	255
Numerische Methoden II . . . . .	258
Lärmwirkungen III . . . . .	261
Zur Lautstärke von Beschallungsanlagen II (Strukt. Sitzung) . .	265
Messtechnik III . . . . .	268
Bauakustik V . . . . .	271
Poster Musikalische Akustik . . . . .	274
Poster Sprachakustik . . . . .	275
Poster Psychoakustik . . . . .	280
Poster Signalverarbeitung . . . . .	287
Poster Wandler, Physik. & Techn. Akustik . . . . .	290
Tagungsräumlichkeiten . . . . .	305
The Conference Site . . . . .	305
Gebäudeplan Ruhr-Universität Bochum - Ebene 00 . . . . .	307
Map of Building Ruhr-Universität Bochum - Floor 00 . . . . .	307
Gebäudeplan Ruhr-Universität Bochum - Ebene 01 . . . . .	308
Map of Building Ruhr-Universität Bochum - Floor 01 . . . . .	308
Gebäudeplan Ruhr-Universität Bochum - Ebene 02 . . . . .	309
Map of Building Ruhr-Universität Bochum - Floor 02 . . . . .	309
<b>Index der Autoren</b> . . . . .	<b>310</b>
Zufahrtsskizze zur Ruhr-Universität Bochum . . . . .	318

## Tagungsübersicht

### Montag (Monday), 04.03.02

---

13:00	Raum H 40	EAA SYMPOSIUM Communication Acoustics
13:00	Raum H 50	Vorkolloquium Geräuschemission von Baustellen (NALS Workshop)

---

**Teilnahme frei - no admission fee !**

**Dienstag (Tuesday), 05.03.02**


---

09:00	H 10	Eröffnung DAGA'02
	H 10	DEGA Preisverleihungen Großadresse des Helmholtz-Preisträgers
10:45		Eröffnung der tagungsbegleitenden Ausstellung
11:00	H 10	Plenarvortrag Lacroix
11:45	H 10	Plenarvortrag Mourjopoulos
13:20	diverse	Fachvorträge
	Ebene 00	Postersession
	H 100	Brillouin Spectroscopy I (structured session)
	H 80	Biomedical Ultrasound I (structured session)
	H 90	Speech-Quality Monitoring I (struct. session)
	H 20	Fahrzeugakustik I: Außengeräusche I (Strukt. Sitzung)
	H 30	Psychoacoustics: Basics and Applications I (structured session)
	H 30	Belästigung durch Schalleinwirkungen I (Strukt. Sitzung)
	H 30	Room & Building Acoustics I (struct. session) <i>(Fortsetzung Dienstag nächste Seite)</i>

*(Fortsetzung Dienstag)*

15:50	diverse	Fachvorträge
	H 100	Brillouin Spectroscopy II (structured session)
	H 80	Biomedical Ultrasound II (structured session)
	H 90	Speech-Quality Monitoring II (structured session)
	H 20	Fahrzeugakustik II: Außengeräusche II (Strukt. Sitzung)
	H 30	Psychoacoustics: Basics and Applications II (structured session)
	H 30	Belästigung durch Schalleinwirkungen II (Strukt. Sitzung)
	H 30	Room & Building Acoustics II (structured session)
17:30	Mensa	geselliges Beisammensein (ab 17:30 Uhr) mit den DAGA-Jammers
20:30	Audimax	Öffentlicher Abendvortrag & Orgelkonzert

**Mittwoch (Wednesday), 06.03.02**

08:30	H 10	Plenarvortrag Kohlrausch
09:15	H 10	Plenarvortrag Stepnowski
10:25	diverse	Fachvorträge
	H 100	Photoacoustics I (structured session)
	H 20	Fahrzeugakustik III: Cabrio-Zittern (Strukt. Sitzung)
	H 30	Psychoacoustics: Basics and Applications III (Strukt. Sitzung)
	H 60	Diskussion der Schallausbreitung von (Impuls-) Geräuschen unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Verfahren I (Strukt. Sitzung)
	FNO 77	Lehre in der Akustik I (Strukt. Sitzung)

*(Fortsetzung Mittwoch nächste Seite)*

*(Fortsetzung Mittwoch)*

13:20	diverse	Fachvorträge
	Ebene 00	Postersession
	H 90	Physiologie der auditiven Wahrnehmung I (Strukt. Sitzung)
	H 20	Fahrzeugakustik IV: Subjektive Bewertungen (Strukt. Sitzung)
	H 30	Psychoacoustics: Basics and Applications IV (structured session)
	H 60	Diskussion der Schallausbreitung von (Impuls-) Geräuschen unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Verfahren II (Strukt. Sitzung)
	FNO 77	Lehre in der Akustik II (Strukt. Sitzung)
15:50	diverse	Fachvorträge
	H 100	Hydroacoustics I (structured session)
	H 80	Ultrasonics I (structured session)
	H 90	Physiologie der auditiven Wahrnehmung II (Strukt. Sitzung)
	H 30	Psychoacoustics: Basics and Applications V (structured session)
	H 60	Diskussion der Inhalte der internationalen Normenreihe ISO 1996 I (Strukt. Sitzung)
	FNO 77	Lehre in der Akustik III (Strukt. Sitzung)
18:30	diverse	Sitzungen der DEGA-Fachausschüsse
20:00	IBZ	Geselliges Beisammensein (Reservierung erforderlich)

---

### Donnerstag (Thursday), 07.03.02

08:30	H 10	Plenarvortrag (Lothar-Cremer-Preisträger)
09:15	H 10	VDI-Preisverleihung
10:00	diverse	Fachvorträge
		Industrierausstellung
	H 100	Hydroacoustics II (structured session)
	H 80	Ultrasonics II (structured session)
13:20	diverse	Fachvorträge
	Ebene 00	Postersession
	H 100	Hydroacoustics III (structured session)
	H 40	Zur Lautstärke von Beschallungsanlagen (Strukt. Sitzung)
15:50	IBZ	DEGA-Mitgliederversammlung

Monday from 13:00 h room H 40

EAA SYMPOSIUM

**EAA SYMPOSIUM on Communication Acoustics**, J. Blauert (appr. 30 min per lecture), see page 45

Author	Title of contribution
Heute	Speech and Audio Coding, see page (45)
Hammershøi / Møller	Binaural Technique, see page (46)
Novo	Auditory Virtual Environments, see page (46)
Klump	Evolutionary Adaptations for Auditory Communication, see page (47)
Hudde	A Functional View on the Human Hearing Organ, see page (47)
Braasch	Modeling of Binaural Hearing, see page (48)
Holube	Hearing-Aid Technology, see page (48)
Fastl	Psychoacoustics and Sound Quality, see page (49)
Jekosch	Semiotics for Engineers, see page (50)
Möller	Quality of Transmitted Speech for Humans and Machines, see page (50)

Mo. ab 13:00 h Raum H 50

Workshop VDI 3765

**Workshop zur Richtlinie VDI 3765 Geräuschemission von Baustellen**, S. Jud (ca. 30 min pro Vortrag), siehe auch Seite 52

Autor	Titel
Irmer	Bedeutung der „Outdoor“-Richtlinie und der AVV Baulärm für den Immissionschutz
Trautmann: Miller	Vorstellung der neuen Richtlinie VDI 3765 Behördliche Genehmigungspraxis bei Richtwertüberschreitungen beim innerstädtischen Bauen
Trautmann	Baulärmprognose und Baulärminderung: Praxisbeispiel
Probst	Praxiserfahrungen mit der Anwendung von Geräuschemessnormen, insbesondere bei großen Maschinen
N.N	Baulärm beim Neubau des UBA in Dessau: Erfahrungen aus Langzeitmessungen
Probst / Fischer Sheikh-Ali	Die Anlagengeräusch-Datenbank des UBA

**Both workshops: No admission fee !**



Dienstag (Tuesday), 05.03.2002, Teil 2 / part 2

	Raum H 100	Raum H 80	Raum H 90	Raum H 20	Raum H 70	Raum H 30	Raum H 40	Raum H 60	Raum H 50
	<b>Brillouin Spectroscopy II</b>	<b>Biomedical Ultrasound II</b>	<b>Speech-Quality Monitoring II</b>	<b>Fahrzeugakustik (Außen- räume) II</b>	<b>Raumakustik I</b>	<b>Psychoacoustics: Basics &amp; Applications II</b>	<b>Belästigung durch Schalleinwirkungen II</b>	<b>Lärm (Aero-Akustik) II</b>	<b>Room &amp; Building Acoustics II</b>
15:50	Fraune: magnetic layers (84)	Secomski: hematocrit (86)	Neusinger: GSM networks (89)	Venghaus: Neue Absorber (92)	Blau: Räumlichkeits- schwankungen (94)	Sék: gaps in modulation (97)	Kühner: Fluglärm- lästigkeit (100)	danach: <b>Lärm III</b> Jüschke: Reso- nanzschalldämpfer (103) <i>-Ende der Sitzung-</i>	Nurzynski: sealing of windows (105)
16:15	le Coutre: amorphous materials (85)	Lorenz: strain imaging (87)	Raake: telephone networks (90)	Gruber: Außen- ge- räuschanalyse (92)	de Avelar Gomes: Streugradprobe- fläche (95)	Jorasz: CMR and MDI (98)	Felscher-Suhr: Nichtakustische Faktoren (100)	Brinkmann: Geschosknall (104)	Scholl: thermal insulation systems (106)
16:40	Baller: thermal glass transition (86)	Perrey: synthetic aperture (88)	Juric: intrusive monitoring (90)	Wedel: Vorbei- fahrtgeräusche (93)	Guimaraes: concert-hall analysis (96)	Preis: noise and distance (98)	Kastka: Deutsch- land/Schweiz (101)	Probst: Lärm, flächenbezogen (104)	Weber: ETHICS(106)
17:05	<b>Reserve I</b>	Scheipers: multifeature tissue (88)	Barriac: non-intrusive monitoring (91)	Sortek: Innenstadts- traße (94)	Reinhold: Raumakustik, Schule (96)	Braasch: localisati- on/detection model (99)	Krebbber: Straßen- verkehrslärm (102)	Probst: Schallfluss- modellierungen (105)	Kostek: rectangular rooms (107)
17:30	<b>Audimax: Geselliges Beisammensein mit den DAGA-Jammers</b>								
ab 19:15	<b>Audimax: Öffentlicher Abendvortrag Ahrens: Das Postitiff mit süssem hal Schlag ich auff Bürgerlichem Sal ... Zur Geschichte der Orgel im Konzertsaal (108)</b>								

**Postersession Sprachakustik**

- Ranostaj: Akustik des Nasaltrakts (275)
- Drepper: Auto-phase-synchronisation (276)
- Kröger: artikulatorisch-akustische Synchronisation (278)
- Schaden: Graphem-nach-Phonem-Umsetzer (279)
- Belhoula: Spracherkennung (295)

**Postersession Musikalische Akustik**

- Baltrusch: Alfred-Arnold Bandonion (274)
- Braasch: Orgelpfeifen (274)

- Blumschein: geflüsterte Sprache (275)
- Köster: Grundfrequenzsteuerung (277)
- Schnell: Analyse von Sprachlauten (278)
- Hayre : Driver speech (280)

## Mittwoch (Wednesday), 06.03.2001, Teil 1 / part 1

Raum H 10: Plenarvortrag Kohrausch: Audio-visuelle Interaktion (109)									
Raum H 10: Plenarvortrag Stepanowski: State of the Art of Acoustic Methods for Sea-Floor Characterisation and Classification (109)									
Kaffeepause									
Raum H 100	Raum H 80	Raum H 90	Raum H 20	Raum H 70	Raum H 30	Raum H 40	Raum H 60	Raum H 50	Raum FNO 77
	<b>Photoacoustics I</b> Ultraschall I	<b>Sprachakustik</b>	<b>Fahrzeugakustik</b> (Cabrio-Zittern) III	<b>Raumakustik II</b>	<b>Psychoacoustics: Basics &amp; Applications III</b>	<b>Lärm IV</b>	<b>Diskussion der Schallausbreitung I</b>	<b>Bauakustik I</b>	<b>Lehre in der Akustik I</b>
10:25	Malinski: piezo-PAS-spectra (111)	Koloska: Mobiles Aufnahmesystem (119)	Fankhauser: Antriebsschwingungen (122)	Tennhardt: Orchestergraben (125)	Breebaart: Binaurales Modell (128)	Bartholomaeus: Straßenlärm (131)	Probst: Einführung (104)	Müller: Gipskartonwände (138)	Schulz: Umweltechnik-Praktika (141)
10:50	Malinski: piezo-PAS-spectra (112)	Feneberg: Call-Center-Qualität (119)	Périard: Modenanalyse I (122)	Bork: 3. Ringversuch, Simulation (125)	Buchholz: auditory adaptation (128)	Chudalla: Straßentröge (132)	Buchta: hügliges Gelände (135)	Schröder: Vorsatzzschalen (139)	Litjens: Web-basierte Lehre (142)
11:15	Bychto: quality of CdTe surface (112)	Hagmüller: Regionale Varietäten (120)	Kosfelder: Modenanalyse II (123)	Behler: Messlautsprecher-Einfluss (126)	Fast: subjective duration (129)	Hübel: poröse Straßenoberflächen (133)	Hirsch: Geländeschirmung (136)	Kurz: Schrägdächer (139)	Hoffmann: Multimedia Lehre (142)
11:40	Bychto: sensitivity in photoacoustics (113)	Anderson: Glottisdetektion (120)	Jöst: Karosseriezittern (124)	Mommertz: Klassenräume (127)	Fruhmann: Wiederholungsrauschen (130)	Klemen: Natursteinsprengung (133)	Kurz: Bodeneinfluss (136)	Schnelle: Flure (140)	Petersson: modular training approach (143)
12:05	Zakrzewski: Zn1xyBexMnySe (114)	Drepper: mode locking, voiced speech (121)	Böhmer: Cabrio-Schwingungscomfort (124)	Vorländer: Geom. Akustik, kleine Räume (127)	Klatte: Kognition, Sprachverständlichkeit (130)	Falasz: Eisenbahnbrücke (134)	Hirsch: Schießlärm (137)	Thaden: Sprachschalldämmung (140)	Goydke: Akustik für Architekten (143)
12:30	<i>Mittagsessen</i>								

Mittwoch (Wednesday), 06.03.2001., Teil 2 / part 2

Raum H 100	Raum H 80	Raum H 90	Raum H 20	Raum H 70	Raum H 30	Raum H 40	Raum H 60	Raum H 50	Raum FNO 77
<b>Photo-acoustics II</b>	<b>Ultraschall II</b>	<b>Physiologie der auditiven Wahrnehmung I</b>	<b>Fahrzeugakustik (Subjektive Bewertungen) IV</b>	<b>Elektroakustik I</b>	<b>Psychoacoustics: Basics &amp; Applications IV</b>	<b>Lärm V</b>	<b>Diskussion der Schallausbreitung II</b>	<b>Bauakustik II</b>	<b>Lehre in der Akustik II</b>
							danach: <b>Diskussion der Normenreihe ISO 1996 I</b>		
13:20 Zakrzewski: Zn1-xBexTe (144)	Hirse Korn: dünne Fügenschichten (147)	Ehret: Auditive Karten (151)	Weber: booming-noise index (156)	Müller: Auralisierungsriskiten (159)	Mellert: Isophonien-Parameter (161)	Goritzka: Schiesslärm-erfassung (164)	Kühner: Reale Atmosphäre (167)	Schneider: EN 12354 Probleme (170)	Költzsch: Ähnlichkeitstheorie, Modelltechn. (173)
13:45 Buschmann: biological material (145)	Keitmann: Transmissionskamera (148)	Alter: Sequenzierung v. Sprache (152)	Springer: Motorrauhigkeiten (156)	Storgaard-Larsen: new mike technology (159)	Patsouras: Phasensensitivität (162)	Hettig: Industrielärmüberwachung (165)	Mellert: Europavergleich (168)	Späh: Flankendämmung (171)	Klett: Virtuelle Klassenzimmer (174)
14:10 Chritoc: layered packaging material (146)	Vogt: Haut- und Blutflussabb. (149)	Schröger: Sensorisches Gedächtnis (153)	Bodden: Tonale Komponenten (157)	Härtel: Mike Messung bis 80 kHz (160)	Schlittemeter: irrelevant sound-effect (162)	Blumrich: Schallschutzbarrieren (165)	Probst: Bündelung nat./internat. (135)	Blessing: Stossstellendämmung (171)	Helfer: Ausbildung Fahrzeugaustik (175)
14:35 Gribkes: calibration of infrared (146)	Siebers: Thermotherapie (150)	Rübsamen: Psychoakustische Tests (154)	Buss: Profileräusch (157)	Krump: Lautsprecher, Impulsverh. (160)	Seeber: Ventriquoismus-Effekt (163)	Mayr: Zukunfts-Stadtplanung (166)	Gottlob: Entwurf ISO/DIS 1996-1 (169)	Sab: Längsschalldämmung (172)	Mehra: Ausbildung Bauphysik (175)
15:00 Reserve II	Hiltawsky: Elastographie (151)	Gaese: Aufmerksamkeit/Schallortung (155)	Krüger: Auspuffschmettern (158)	Start: Loudspeaker DDS control (161)	Seeber: laser-pointer method (164)	Krüger: 12 Jahre BimSchV (167)	Vogelsang: Entwurf ISO/DIS 1996-2 (169)	Kandaswamy: wall-junction modelling (172)	Scheuren: Ausbildung Ingenieurakustik (176)
15:25	<i>Kaffeepause</i>								

**Postersession Psychoakustik:**

- Damaschke: Diskriminations- und Echoschwellen (280)
- Schust: NaRoMi-Studie (282)
- Schust: tieffrequente Geräusche (284)
- Ochse: Periodizitätskodierung (286)
- Ozimek: binaural difference limens (281)
- Heisel: persönliche Gehörschutzmaßnahmen (283)
- Brink: Seismokardiographie (285)
- Patsouras: Einfluß einer optischen Komponente (287)

Raum H 100	Raum H 80	Raum H 90	Raum H 20	Raum H 70	Raum H 30	Raum H 40	Raum H 60	Raum H 50	Raum FNO 77
<b>Hydro-acoustics I</b>	<b>Ultrasonics I</b>	<b>Physiologie der auditiven Wahrnehmung II</b>	<b>Fahrzeugakustik V</b>	<b>Elektroakustik II</b>	<b>Psychoacoustics: Basics &amp; Applications V</b>	<b>Lärmwirkungen I</b>	<b>Diskussion der Normenreihe ISO 1996 II</b>	<b>Bauakustik III</b>	<b>Lehre in der Akustik III</b>
		danach: <b>Audiologische Akustik I</b>			danach: <b>Psychoakustik I</b>			danach: <b>Messtechnik I</b>	
15:50 Wille: Introduction (176)	Ernst: liquids under pressure (180)	Klump: Wahrnehm. im Störschall (183)	Boonen: engine-exhaust impedance (187)	Kreber: wavelet transform (190)	van de Par: filterbanks in coding (193)	Vogelsang: TA Lärm Probleme (197)	Kunzmann: ISO 1996 Eingliederung (202)	K. Jakob: Laienbungsimpedanz (206)	Royar: Industrieerwartungen (209)
16:15 Grelowska: Baltic wave propag. (177)	Gepert: bin. mixture, alcohols (180)	Frommolt: Haushund-Ohren (183)	Hansen: Motorraum-Geräusche (187)	Gierlich: Freisprech-einrichtung (190)	Zeitler: environmental sounds (194)	Rottschäfer: Maschinenlärm Info (198)	Pompetzki: Impulshaltigkeit (203)	Schumacher: Alu Glas-Fassaden (206)	Linow: Podiums-diskussion
16:40 Klusek: gas-bubble counting (177)	Pustelny: semiconductor surfaces (181)	Curdes: Schädel-schwingungen (184)	Virmich: ASAM-ODS (188)	Kettler: Freisprech-einrichtungen (191)	Ewert: Modulati-onsfilterbank (194)	Teuber: Fluglärm-Messergeb. (199)	Sagemühi: Tonhaltigkeit (203)	A. Jakob: akt. Doppelglas-fenster (207)	-Ende der Sitzung-
17:05 Kozaczka: ships in shallow water (178)	Linde: water mixtures (182)	Taschke: Taschke: Schädel-schwingungen (185)	Virmich: ASAM-Arbeitskreis (188)	Goertz: Studiomonitore (191)	Bogler: Periodi-zitätsanalyse (195)	Wirth: Schweizer Lärmstudie (199)	Kurze: Unsicher-heitsabschätzung (204)	Mehra: Fussgän-gerbrücken (207)	Fleischer: Hörfähigkeit (210)
17:30 Lubniewski: fractal surfaces (178)	Chilla: Fresnel diffraction (182)	Kleber: ohrnahe Schallwandler (185)	Kettler: Kommunikation im Fahrz. (189)	Goertz: Studio-lautsprecher (192)	Chalupper: dyn. Lauthheitsmodell (196)	Kaska: Flug-lärmbe-lästigung (200)	Kühner: 3D-Windmessung (204)	Maysenhölder: plates with resonators (208)	Niederdränk: Multimikrophon-technologie (210)
17:55 Szczycka: biological objects (179)	<b>Reserve III</b>	Herbertz: Isophonen-Norm (186)	Pyshin: escalator tunnels (189)	König: Kopfhörer-Vorneortung (192)	Getzmann: Lokalisation im Rauschen (196)	Basner: Nachtfluglärm (201)	Raabe: Laufzeit-Tomographie (205)	Kandaswamy: ferroce-ment panels (208)	Leschka: Resonante Ultra-schallwandler (211)
18:30 verschiedene Räume: Sitzungen der DEGA-Fachausschüsse									
20:00									

Donnerstag (Thursday), 07.03.2001, Teil 1 / part 1

8:30 Raum H 10: Plenarvortrag Lothar-Cremer-Preissträger

9:15 Raum H 10: VDI-Preisverleihung

Kaffeepause

	Raum H 100	Raum H 80	Raum H 90	Raum H 20	Raum H 70	Raum H 30	Raum H 40	Raum H 60	Raum H 50
	<b>Hydroacoustics II</b>	<b>Ultrasonics II</b>	<b>Audiologische Akustik II</b>	<b>Fahrzeugakustik VI</b>	<b>Numerische Methoden I</b>	<b>Psychoakustik II</b>	<b>Lärmwirkungen II</b>	<b>Messtechnik II</b>	<b>Bauakustik IV</b>
		danach: <b>Kavitation I</b>					danach: <b>Zur Lautstärke von Beschallungsanlagen I</b>		
10:00	Sellschopp: shallow-water multipaths (212)	Hoppe: impedance of liquids (216)	Richter: Isophonen-Probleme (220)	Becker: Fahrzeuginnenraum (224)	Kob: Stimmmodellierung (228)	Kordus: monaural/binaural (232)	Giesler: Zugvorbeifahrten (235)	Lenz: Freifeld im R-Raum (239)	Meier: Doppel- und Hohlraumböden (244)
10:25	Spieß: ocean floor sediments (213)	Kutschera: nano quakes (217)	Müller-Wehlau: Reflexaudiometrie (220)	vonHeesen: Freistrahlinwindkanäle (225)	Weise: Messunsicherheit, GUM (229)	Huber: Audio-Codec-Verzerrungen (232)	Zeichart: Reise- und Güterzüge (236)	Lenz: R-Räume-Vergleich (240)	Weber: foils and membranes (244)
10:50	Meister: Laufzeitdifferenzmessungen (213)	Kaack: NiTi shape memory alloys (218)	Berg: Lautheitssimulation (221)	Reichert: Helicopter real/mockup (225)	Ochmann: Fehleranalyse für BE (229)	Vormann: Tonhaltigkeit (233)	Pierr: Natur-, Lärm-, Ruheschutz (237)	Wächter: Gasanalyse über c (241)	Groß: Installationswand (245)
11:15	Soszynski: seasonal changes (214)	Appel: Hochgeschwindigkeitsaufnahmen (218)	Chalupper: Hörgerät-Auralisation (222)	Raubold: Motorenlärm-Katalog (226)	Dreyer: FI-Aussenraumproblem (230)	Haverkamp: Synästhetik/Geräuschdesign (233)	Holstein: Lärm und Partikelemission (237)	Makarski: Wälzlagerdiagnose (241)	Scholl: Hammerweg, Gehrschall (246)
11:40	Hoffmann: underwater-sensor design (215)	Geisler: elongierte Kavitationsblasen (219)	Müller: Cochlea-Implant-Versorg. (222)	Letens: Ansaugeräusch-Simul. (227)	Sakuma: fast multipole BE problems (231)	Swoerek: desirable acoust. environments (234)	Werner: Zentr./Individualbeschallung (238)	Kob: Miniatur-Impedanzmesser (242)	Burkhart: Tieffrequenter Trittschall (246)
12:05	Kraus: SONAR scene simulation (215)	Lindau: Torusförmiger Kollaps (219)	Langner: lemniscus lateralis (223)	Boonen: cold engine simulator (227)	Sarradj: BE für poröse Absorber (231)	Oberdanner: Mustergehörerschutz (235)	Leitmann: Discothekenlärm (238)	Weißborn: Mehrachsige a-Messg. (243)	Richter: Gehen auf Holzbalkendecken (247)
12:30									

Mittagessen

Donnerstag (Thursday), 07.03.2001, Teil 2 / part 2

Raum H 100	Raum H 80	Raum H 90	Raum H 20	Raum H 70	Raum H 30	Raum H 40	Raum H 60	Raum H 50
<b>Hydro-acoustics III</b>	<b>Kavitation II</b>	<b>Musikalische Akustik</b>	<b>Fahrzeug-akustik VII</b>	<b>Numerische Methoden II</b>	<b>Lärm-wirkungen III</b>	<b>Zur Lautstärke von Beschallungsanlagen II</b>	<b>Messtechnik III</b>	<b>Bauakustik V</b>
13:20 Schenke: multibeam SONAR (247)	Koch: Partikelmodellierungen (250)	Otcenasek: violin tone preference (253)	Petersen: Reifen-Fahrbahngeräusche (255)	Schneider: FE-Schalldruckberechnungen (258)	Schmaus: Fluglärm/Anwohner (261)	Köng: Abhör lautstärke (265)	Schoenwald: Laser-Doppler Vibrometer (268)	Petzold: Leichte Treppenkonstr. (271)
13:45 Schneider: stochastic media (248) <i>-Ende der Sitzung-</i>	Krefling: Kräfte ind Kav.-Feldern (251)	Fleischer: FE bei Gongs (253)	Stenschke: Abrollgeräusche und Nutzen (256)	Wilde: Oberflächenwellen, TLM (259)	Notbohm: Physiol. Reakt., Straßenlärm (262)	Völker: Schallpegel am Kopf (266)	Schmidt: Maschinennlärmmessung (269)	Scheck: Montagetreppen (271)
14:10 Gawrystak: velocity-gradient transducer (249)	Mettin: Bierknes Instabilität (251)	Ziegenhals: obj. Klavierbeurteilung (254)	Nentwich: Rollgeräusch-Analyse (256)	Fritze: Platten-, Schalenoptim. (259)	Fedtko: Lästigkeit, räuml. Param. (263)	Ahnert: Stadionbeschallung (266)	Milz: E DIN EN ISO 3745 (269)	Möck: Treppenprüfstand (272)
14:35 Elminowicz: high-resolution sonar (249)	Chilla: langasite-type crystals (252)	Bergweiler: Prinzipialorgelpfeifen (254)	Altmann: Fahrzeugtyp-Erkennung (257)	Volz: Plattenstreifen, Abstrahlung (260)	Klemenž: Mehrere Schallquellen (263)	Roy: Freiluftveranstaltungen (267)	Wittstock: Winkel- und Impedanzfehler (270)	Hessinger: Trittschall, Holzdecken (273)
15:00 Moszynski: seafloor 3D mapping (250)	Ebbecke: single-electron transport (252)	Angster: Winddruckeinfluß (255)	Jäger: Bahn-Kurvenquietschen (258)	Didenkulov: crack detection, nonlinearities (260)	Blumschein: Subjektive Störgeräusche (264)	Hohmann: Freiluft-Musikfestival (267)	Eriksen: new intensity probe (270)	<b>Reserve IV</b>
15:25	<i>Kaffeepause</i>							
15:50	<b>Raum H 40: DEGA-Mitgliederversammlung</b>							

**Posteresession Wandler, Physikalische & Technische Akustik:**

- Lobastov: piezo accelerometer (290)  
 Bazhenov: accelerometers with bending elements (291)  
 Hofmann: Waffelärm (292)  
 Zorebski: bei 298,15 K (293)  
 Schläpfer: Trittschalldämmung von Holzdecken (294)

**Posteresession Signalverarbeitung:**

- Schreiner: Grundfrequenzbestimmung (287)  
 Czyzewski: mastering surround sound (288)  
 Hohmann: binaurale Störgeräuschunterdrückung (288)  
 Nix: binaurale Störgeräuschunterdrückung (289)

## Grußwort der Tagungsleitung

Liebe Akustik-Kolleginnen und -Kollegen:

Die wissenschaftliche Tagungsleitung der 28. Deutschen Jahrestagung für Akustik heißt Sie herzlich willkommen an der Ruhr-Universität Bochum.

Diese Tagung wird nach 1978 und 1991 die dritte DAGA an der Ruhr-Universität sein, einem der größeren Akustik-Standorte an deutschen Universitäten. Übrigens wurden wir kürzlich in einer Untersuchung der TU Dresden zur Situation der Akustik zu deren „Hochburgen“ in Deutschland gezählt!

Ob das so richtig ist, mögen Sie selbst entscheiden. Jedenfalls konnte die Tagungsleitung - die aus dem Bochumer Institut für Kommunikationsakustik stammt - durch einen siebenköpfigen wissenschaftlichen Beirat von Bochumer Professoren ergänzt werden, die allesamt Akustik betreiben. Diese Kollegen haben uns insbesondere bei der Gestaltung des wissenschaftlichen Programms fachkundig unterstützt.

Die diesjährige Jahrestagung wird eine ganz normale DAGA sein, allerdings nicht eine der ganz kleinen. Mehr als 380 Beiträge sind in der Tat eine stolze Anzahl!

Es gibt aber auch Besonderheiten: Zwei von diesen seien hier wegen ihrer europäischen Dimension besonders hervorgehoben:

- Vor der Haupttagung findet am Montag Nachmittag ein EAA SYMPOSIUM zum Thema „Kommunikationsakustik“ statt. Das Symposium enthält zehn Übersichtsvorträge zu wichtigen Themen dieses Fachgebietes. Drei Plenarvorträge im Hauptprogramm (Mourjopoulos, Kohlrausch und Lacroix) ergänzen diesen Themenkomplex.
- Weiterhin wird es - in die Haupttagung integriert - eine Serie von strukturierten Sitzungen geben, die von polnischen und deutschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gemeinsam im Rahmen einer Kooperation der Polnischen Akustikgesellschaft (PTA) mit der DEGA arrangiert wurden. Physikalische Akustik, Hydroakustik und Bauakustik erweisen sich dabei als Schwerpunkte.

Die DEGA setzt damit ihre Tradition fort, sich um eine enge Zusammenarbeit mit den akustischen Gesellschaften der Nachbarländer Deutschlands zu bemühen. Mit Österreich und der Schweiz hat es bereits gemeinsame DAGA-Tagungen gegeben, mit den Benelux-Ländern und mit Frankreich sind Kongress-Aktivitäten für die nahe Zukunft geplant.

Die Tatsache, dass wir diesmal unsere polnischen Kolleginnen und Kollegen hier in Bochum zu Gast haben, ist auch durch die gemeinsame 125-jährige wechselvolle Geschichte begründet, durch die Polen und das Ruhrgebiet eng miteinander verbunden sind. Das Ruhrgebiet war, wie viele wissen werden, seit ca. 1875 für einige Jahrzehnte ein bevorzugtes Einwanderungsgebiet für polnische Industriearbeiter. In den aktuellen Telefonbüchern des Ruhrgebietes findet sich deshalb eine Fülle von polnischstämmigen Familiennamen.

Die Geschichte des Industriegebietes an der Ruhr ist zugleich die Geschichte einer Integration zweier unterschiedlicher europäischer Kulturen - mit allen denkbaren Problemen, Erfolgen und Misserfolgen. Wie man diese auch immer bewerten mag, sie repräsentieren ein Stück gemeinsamer Geschichte zweier europäischer Völker, die im gemeinschaftlichen Europäischen Haus nachbarschaftlich zusammen leben wollen.

Durch die Öffnung der nationalen Akustikgesellschaften nach Europa ergibt sich natürlich auch, dass auf unseren Tagungen immer häufiger eine gemeinsame Pidgin-Sprache erklingt, nämlich das sogenannte „Brussel Speak“ - inklusive dessen bekannteren Dialekt „Englisch“. Lassen wir uns dadurch nicht irritieren. Wir werden uns verstehen, wenn wir uns die Mühe geben, aufeinander zuzugehen.

Die stärkste Motivation für das gegenseitige Verstehen ist unter Akustikern natürlich die Akustik selbst. Die Tagungsleitung ist überzeugt, dass die DAGA'02 fachlich besonders interessant werden wird. Die vielfältigen und in der Regel sehr guten Fachbeiträge aus dem gesamten Spektrum der Akustik lassen dies erwarten.

Bitte üben Sie Nachsicht mit den Organisatoren, wenn einmal ein Beitrag nicht an der Stelle im Programm steht, die Ihnen zusagt. Sie können sicher sein, dass wir bemüht sind, Konflikte möglichst zu vermeiden.

Bitte beachten Sie auch die reichhaltige tagungsbegleitende Ausstellung von Geräten und Software der Akustik. Es erfüllt uns mit Stolz, dass unsere Aussteller die DAGA'02 als ein wichtiges und lohnendes Ereignis betrachten, welches Anlass gibt, zu uns zu kommen.

Das Ruhrgebiet ist auch Kulturgebiet. Unser Tagungsbegleitprogramm kann davon zwar nur einen sehr groben Eindruck vermitteln, aber wir glauben, dass wir einige lohnenswerte Besuchsziele für Sie benannt haben.

Wir wünschen Ihnen nun für die DAGA'02 interessante und erfolgreiche Tage in Bochum - und Spaß dabei!

Ihre wissenschaftliche Tagungsleitung  
Ute Jekosch, Herbert Hudde und Jens Blauert

## Welcome Address

Dear colleagues in acoustics:

The scientific organising committee of the 28th annual German conference on acoustics, DAGA'02, cordially welcomes you to the Ruhr-Universität Bochum.

This conference, after 1978 and 1991, will be the 3rd DAGA at the Ruhr-Universität, which is, for sure, one of the bigger locations of academic acoustics in Germany. By the way, a recent survey of the Technical University of Dresden, dealing with the situation of acoustics in Germany, has listed Ruhr-Universität as a stronghold of acoustics in Germany!

You may judge yourself whether this statement is correct. In any case, the scientific organising committee - which has been composed from members of the Institute of Communication Acoustics here in Bochum - could be complemented by a scientific advisory board of seven professors of the Ruhr-Universität who all perform research in acoustics. This advisory committee has given the organising committee a helping hand, especially in setting up the scientific schedule of our conference.

Our annual meeting this year will be a more or less normal DAGA, yet not a particularly small one. More than 380 scientific contributions is, in fact, a number that we can be proud of.

Nevertheless, there are some specialties this year. Two of them are worthy of being stressed due to their European dimension:

- On Monday afternoon, preceding the main body of the conference, there will be an EAA SYMPOSIUM on „Communication Acoustics“ with ten review papers addressing relevant issues of this field. Three further lectures (Mourjopoulos, Kohlrausch and Lacroix), presented as plenary lectures at the main body of DAGA'02, will complete this symposium.
- Further, we shall have - integrated into the main conference - a number of structured sessions which have been organised in a cooperation between the Polish Acoustical Society, PTA, and DEGA. Polish and German acoustic experts have jointly arranged these sessions - with a focus on Physical Acoustics, Hydro-Acoustics and Architectural Acoustics.

In this way, DEGA continues its tradition of striving for a close cooperation with the acoustics societies of our neighbouring countries. There have already been joint DAGA-conferences with Austria and Switzerland, and joint congress activities with the Benelux countries and France are being planned for the near future.

The fact that we have our Polish guests here in Bochum this year has its reason also in that Poland and the Ruhr area are closely connected by more than 125 years of common history. As many of you will know, since about 1875 the Ruhr area has been a favorite immigration land for Polish industrial workers for a number of decades. Consequently, you still find plenty family names of Polish origin in the telephones directories of this area.

The history of this industrial region is also the history of the integration of two different European cultures - with all successes and problems that one can think of. Yet, whatever our judgement on these historical processes may be, they do represent a period of the mutual history of two European peoples who want to live together in good neighbourhood in the common European House.

The opening of the national acoustical societies to Europe implies, to be sure, that our new common language, sometimes called „Brussel Speak“, but better known by its dialect „English“ - will be heard more often than at past DAGA conferences. Please do not worry. There is no doubt that we shall understand each other - if we are prepared to take the effort of approaching each other.

The strongest motivation for mutual understanding of acousticians is, without doubt, acoustics itself. The organising committee is convinced that this year's DAGA will turn out especially interesting for the expert. The various and usually high-standard contributions from many fields of acoustics provide a guarantee of this.

Please be indulgent with respect to the organising committee if a contribution is not where you would have liked to see it placed. We have really tried hard to avoid possible conflicts.

Please do also recognise the copious exhibition of acoustical equipment and software accompanying this conference. We are proud of the fact that our exhibitors have rated DAGA'02 an opportunity that they did not want to miss.

The Ruhr area, among other things, is also an area of culture. Our accompanying program can only provide a very rough glimpse of this fact. Yet, we assure you that it is worthwhile to take part.

We now wish you a number of highly interesting days at the DAGA'02 in Bochum - with a lot of success and some fun as well.

Your scientific organising committee  
Ute Jekosch, Herbert Hudde and Jens Blauert

## Hinweise zur Tagung

Die

### **28. Deutsche Jahrestagung für Akustik DAGA'02**

findet vom

**4. bis 7. März 2002**

in der

**Ruhr-Universität Bochum**

statt.

Am Montag, dem 4. März, werden zwei Vorkolloquien durchgeführt (siehe Seite 9).

### **Tagungsort**

Die Tagung findet auf dem Campus der Ruhr-Universität Bochum statt. Parkplätze stehen in ausreichender Zahl zur Verfügung. Es besteht eine U-Bahn-Verbindung in die Bochumer Innenstadt (Fahrzeit ca. 10 Minuten). Die U-Bahn-Station (Ruhr-Universität) ist von der Tagungsstätte aus in ca. 5 Minuten zu Fuß zu erreichen (Mehr Infos ab S. 305).

### **Veranstalter**

Veranstalter der Tagung sind die Ruhr-Universität Bochum (RUB) sowie die Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) in Zusammenarbeit mit der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG), dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI), der European Acoustics Association (EAA), der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) und der Polnischen Akustischen Gesellschaft (PTA) als Gast.

### **Wissenschaftliche Tagungsleitung**

PD Dr. phil. Ute Jekosch

Prof. Dr.-Ing. Herbert Hudde

Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. h. c. Jens Blauert

### **Wissenschaftlicher Beirat**

Die Tagungsleitung wurde bei der Programmgestaltung durch einen Beirat Bochumer Professoren unterstützt, welche jeweils Experten auf den im Folgenden genannten Akustik-Fachgebieten sind:

Prof. Dr. Ch. Ahrens (Musikalische Akustik)

Prof. Dr.-Ing. H. Ermert (Medizinischer Ultraschall)

Prof. Dr. R. Guski (Psychologische Akustik)

Prof. Dr. K. P. Hoffmann (Biologische Akustik)

Prof. Dr. J. Pelzl (Physikalische Akustik)

Prof. Dr.-Ing. E. Reyer (Bauakustik)

Prof. Dr.-Ing. W. v. Seelen (Auditorische Neuroinformatik)

## 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:

- Aero-Akustik
- Akustische Normen
- Audiologische Akustik
- Bauakustik
- Beschallungsanlagen
- Biomediziner Ultraschall
- Brillouin-Spektroskopie
- Elektroakustik
- Fahrzeugakustik
- Hydroakustik
- Kavitation
- Lärmentstehung und -minderung
- Lärmwirkungen
- Lehre in der Akustik
- Messtechnik in der Akustik
- Musikalische Akustik
- Numerische Methoden in der Akustik
- Photoakustik
- Physiologische Akustik
- Psychoakustik
- Raumakustik
- Schallausbreitung
- Sprachakustik
- Sprach-Qualitätsmessung
- Ultraschall
- Virtuelle Akustik

## 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. Sie können sich auch per e-mail anmelden unter **[daga2002@aku.physik.uni-oldenburg.de](mailto:daga2002@aku.physik.uni-oldenburg.de)**

Alternativ kann die Anmeldung schriftlich erfolgen. Bitte verwenden Sie dazu das beiliegende Anmeldeformular oder das aus dem Internet.

## Vorkolloquien

Für Montagnachmittag (4. März 2002) sind zwei parallele Vorkolloquien vorgesehen:

- **EAA SYMPOSIUM on Communication Acoustics**, organisiert von J. Blauert
- **Workshop zur neuen Richtlinie VDI 3765: Geräuschemission von Baustellen**, organisiert von S. Jud.

Veranstalter: Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik (VDI-KUT)

In den Vorkolloquien werden von eingeladenen Autoren insbesondere Vorträge mit Einführungs- und Übersichtscharakter gehalten und zur Diskussion gestellt. Die Teilnahme an den Vorkolloquien ist gebührenfrei. Anmeldung ist jedoch wegen der notwendigen Raumplanung dringend erwünscht.

## Öffentliche Abendveranstaltung

Am Dienstagabend findet im Auditorium Maximum der Ruhr-Universität eine Präsentation der neuen KLAIS-Konzertsaalorgel statt. Die Veranstaltung besteht aus einem Vortrag von Herrn Prof. Ch. Ahrens (RUB) zum Thema **Das Positiff mit süßem hal Schlag ich auff Bürgerlichem Sal ... Zur Geschichte der Orgel im Konzertsaal**, sowie konzertanten Beispielen, gespielt von unserem Bochumer Organisten, Herrn Kirchenmusikdirektor Bernhard Buttman.

## Plenarvorträge

An den Vormittagen halten eingeladenen Vortragende Übersichtsvorträge zu Themen von allgemeinem Interesse für die Tagungsteilnehmer.

## Strukturierte Sitzungen

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

In deutsch-polnischer Zusammenarbeit wurden folgende Strukturierte Sitzungen organisiert:

- **Biomedical Ultrasound**  
organisiert von A. Novicki und H. Ermert
- **Room/Building Acoustics**  
organisiert von J. Sadowski und M. Vorländer
- **Hydroacoustics**  
organisiert von E. Kozacska und P. Wille
- **Brillouin Spectroscopy**  
organisiert von T. Blachovicz und J. Pelzl

- **Photoacoustics**  
organisiert von T. Blachovicz und J. Pelzl
- **Ultrasonics**  
organisiert von T. Blachovicz und J. Pelzl
- **Psychoacoustics - Basics and Applications**  
organisiert von E. Hojan und H. Fastl

Weiterhin wurden folgende Strukturierte Sitzungen vorbereitet:

- **Diskussion der Inhalte der internationalen Normenreihe ISO 1996**  
organisiert von D. Gottlob
- **Fahrzeugakustik: Außengeräusche**  
organisiert von K. Pfaffelhuber
- **Fahrzeugakustik: Cabrio-Zittern**  
organisiert von R. Schmidetzki
- **Fahrzeugakustik: Subjektive Beurteilungen**  
organisiert von R. Weber
- **Diskussion der Schallausbreitung von (Impuls-)Geräuschen unter Berücksichtigung nationaler und internationaler Verfahren**  
organisiert von B. Kunzmann, W. Probst, K.-W. Hirsch
- **Physiologie der auditiven Wahrnehmung**  
organisiert von G. Klump und H. Wagner
- **Lehre in der Akustik und Ingenieurausbildung**  
organisiert von S.-R. Mehra
- **Aufzeichnung von Sprachqualität in Telefonnetzen**  
organisiert von S. Möller und A. Raake
- **Belästigung durch Schalleinwirkungen**  
organisiert von B. Schulte-Fortkamp und R. Guski
- **Zur Lautstärke von Beschallungsanlagen**  
organisiert von E.-J. Völker

### Posterpräsentationen

Bei der DAGA'02 wird es wiederum eine relativ große Anzahl von Posterpräsentationen geben. Selbstverständlich haben Poster den gleichen Stellenwert wie mündliche Beiträge (auch im Tagungsband).

### Tagungsbegleitende Ausstellung:

Integraler Bestandteil der DAGA'02 ist die Tagungsbegleitende Ausstellung. Folgende Aussteller erwarten Ihren Besuch:

- Akustik Technologie Göttingen
- Berleburger Schaumstoffwerk GmbH
- Braunstein + Berndt GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH

- Caparol GmbH
- Cirrus Research plc
- Cortex Instruments GmbH
- DataKustik GmbH
- deBAKOM GmbH
- G.R.A.S. Sound & Vibration ApS, Dänemark
- Head Acoustics GmbH
- illbruck Automotive
- LMS Deutschland GmbH
- Microflown Technologies BV, Niederlande
- Müller-BBM GmbH
- Norsonic Tippkemper GmbH
- Rockwool Mineralwoll GmbH & Co OHG
- Saint-Gobain-Ecophon GmbH
- Saint-Gobain-Isover G+H AG
- Sennheiser electronic GmbH + Co. KG
- Sony Precision Technology Europe
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH
- Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
- Sinus Messtechnik GmbH
- Wölfel Meßsysteme & Software GmbH
- Zins Ziegler-Instruments GmbH

Damit sind bereits alle Ausstellungsplätze vergeben. Sollten Sie Interesse an einer zusätzlichen Präsentation haben, bieten wir Ihnen an, ein Poster zu platzieren (gegen normale Teilnahmegebühr). Bei Bedarf oder weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an

**Prof. Dr.-Ing. Herbert Hudde**

Ruhr-Universität Bochum

Institut für Kommunikationsakustik

D-44780 Bochum

Tel.: +49 234 322 3479, Fax: +49 234 321 4165

e-mail: [hudde@ika.ruhr-uni-bochum.de](mailto:hudde@ika.ruhr-uni-bochum.de)

## Exkursionen / Rahmenprogramm

Im Rahmen eines Begleitprogrammes bieten wir folgende Veranstaltungen an:

### Dienstag, 5.3.2002

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
1	ab 14:00 Uhr	Deutsches Bergbaumuseum	6 €
2	ab 14:00 Uhr	Planetarium Bochum <sup>(2)</sup>	4 €

### Mittwoch, 6.3. 2002

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
3	9:00 - 14:00 Uhr	Besichtigung Zeche Zollverein Industriedenkmal & Design Zentrum NRW (gerade zum UNESCO-Weltkulturerbe ernannt!)	ca. 25 €
4	13:00 - 16:00 Uhr	Besichtigung Opelwerk Bochum	ca. 5 €
5	ab 14:00 Uhr	Deutsches Bergbaumuseum	6 €
6	18:30 - 21:00 Uhr	Starlight Express (Musical) <sup>(3)</sup>	56 - 135 €
7	15:00 - 21:00 Uhr	IMAX Multiplex Cinema <sup>(1)</sup>	6 €
8		Schauspielhaus Bochum	

### Donnerstag, 7.3.2002

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
9	9:00 - 13:00 Uhr	Besichtigung Solarzellenfabrik und Wissenschaftspark in Gelsenkirchen	ca. 16 €
10	13:00 - 16:00 Uhr	Besuch Musikinstrumenten-Museum Sammlung Grumbt, Wasserburg Kemnade	ca. 7 €
11	ab 14:00 Uhr	Deutsches Bergbaumuseum	6 €
12	13:30 - 15:00 Uhr	Planetarium Bochum <sup>(2)</sup>	4 €
13	20:00 - 22:30 Uhr	Starlight Express (Musical) <sup>(3)</sup>	56 - 135 €
14	15:00 - 21:00 Uhr	IMAX Multiplex Cinema <sup>(1)</sup>	6 €
15		Schauspielhaus Bochum	

<sup>(1)</sup> IMAX-Reservierung: Anmeldung unter Tel.-Nr. +49 234/507 2221 und 2222 unter Angabe DAGA'02-Teilnehmer

<sup>(2)</sup> Planetarium-Reservierung: Anmeldung unter Tel. + 49 234/516 060 unter Angabe DAGA'02-Teilnehmer und Reservierungsnummer 517 oder Reservierungsnummer 518

<sup>(3)</sup> Starlight-Reservierung: Anmeldung unter Ticket-Hotline +49 180 5 4444 (es wird zu sofortiger Buchung geraten)

Für die Veranstaltungen 3, 4, 9 und 10 steht ein Bus zur Verfügung. Alle weiteren Exkursionsstätten sind mit öffentlichen Verkehrsmitteln problemlos zu erreichen.

Im Internet vertreten sind:

- Verkehrsverein Bochum - <http://www.bochum.de/>
- Bergbaumuseum Bochum - <http://www.bergbau-museum.de/>
- Planetarium Bochum - <http://www.planetarium-bochum.de/>
- Zeche Zollverein Essen - <http://www.zollverein.de/>
- Design Zentrum NRW, Essen - <http://www.design-germany.de/>
- Opel, Bochum - <http://www.opel.de/>
- Starlight Express, Bochum - <http://www.starlightexpress.de/>
- Imax, Bochum - <http://www.imax-filmtheater.de/bochum/>
- Schauspielhaus, Bochum  
<http://www.bochum.de/schauspielhaus/home.htm>
- Shell-Solarzellenfabrik, Gelsenkirchen  
<http://www.shell-solar-piz.de/>
- Wissenschaftspark, Gelsenkirchen - <http://www.wipage.de/>
- Musikinstrumente-Museum Kemnade, Bochum  
<http://www.bochum.de/blau-e-linie>

### **Anmerkungen:**

Bitte lassen Sie uns frühzeitig wissen, an welchen dieser Veranstaltungen Sie teilnehmen möchten. Wir benötigen diese Information für die weitere Planung. Die Teilnahmekosten entrichten Sie bitte erst direkt vor Ort in unserem Tagungsbüro. Wir behalten uns vor, bei zu geringer Teilnehmerzahl einzelne Veranstaltungen abzusagen.

Ihre Ansprechpartnerin für das Begleitprogramm ist

**Frau E. Klaus**

Tel: +49 234 322 2496

FAX: +49 234 321 4165

e-mail: [klaus@ika.ruhr-uni-bochum.de](mailto:klaus@ika.ruhr-uni-bochum.de)

### **DEGA-Mitgliederversammlung**

Am Donnerstagnachmittag, dem 7. März 2002, 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**

Die DEGA-Fachausschüsse treffen sich am Mittwoch zwischen 18:30 Uhr und 20:00 Uhr. Anschließend findet ein für alle offenes geselliges Beisammensein im Internationalen Begegnungszentrum (IBZ - Beckmann's Hof) statt. Eine Reservierung ist erforderlich, Eintrittskarten

können im Tagungsbüro ab dem 4. März erworben werden. Die Gesamtteilnehmerzahl ist wegen der begrenzten Kapazität des Beckmannshof limitiert. Für Fachausschüsse besteht die Möglichkeit, Diskussionen dort fortzusetzen. Kleine Besprechungsräume sind vorhanden.

## Teilnahmegebühren

Gruppe	Mitglieder <sup>(1)</sup>	studierend	Rentner <sup>(2)</sup>	Tagungs-CD <sup>(3)</sup>	€ früh <sup>(4)</sup>	€ spät <sup>(5)</sup>
1 <sup>(6)</sup>	nein	nein	nein	ja	165,-	190,-
2	nein	nein	nein	ja	160,-	185,-
4	ja	nein	nein	ja	110,-	135,-
6	nein	ja	nein	ja	25,-	25,-
7	nein	nein	ja	ja	25,-	25,-
8	ja	ja	nein	ja	15,-	15,-
9	ja	nein	ja	ja	15,-	15,-
10 <sup>(7)</sup>	nein	ja	nein	ja	47,-	47,-

(1) Mitglied in DEGA, VDI, DPG, ITG, VdT, RUB, PTA

(2) Die Teilnahmegebühren für „Rentner“ gelten auch für Erwerbslose.

(3) Aufpreis für gedruckten Tagungsband: 30 €

(4) Gebühr bis einschl. 31. Jan. 2002

(5) Gebühr ab dem 1. Feb. 2002

(6) *Paketangebot*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft in der DEGA

(7) *Paketangebot für Studenten*: Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft als Student in der DEGA

Die Tabelle auf vorherigen Seite gibt eine Übersicht über die Teilnahmegebühren. Die **Paketangebote** (Gruppen 1 und 10) für Nicht-DEGA-Mitglieder umfassen neben der Tagungsteilnahme die volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA inkl. des Mitgliedsbeitrags für ein Jahr. Diese Paketangebote sind auf Grund der geringen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv.

## Bankverbindung

Überweisen Sie bitte die Teilnahmegebühr auf das folgende Konto:

Konto-Nr.: 108 51509 00

Oldenburgische Landesbank

Bankleitzahl 280 200 50

SWIFT-code: OLBODEH2

## Unterkunft

Ihre Ansprechpartnerin für Hotelbuchungen ist:

### Frau Reisinger

Bochum Marketing GmbH

Am Hauptbahnhof/Kurt-Schumacher-Platz

D-44787 Bochum

Tel.: +49 234 96302-0, FAX: +49 234 96302-55

e-mail: info@bochum-marketing.de

Die folgende Tabelle listet einige der buchbaren Hotels auf:

Hotel	EZ/Fr <sup>(1)</sup>	DZ/Fr <sup>(2)</sup>
Acora	77,- €	90,- €
Ibis-Zentrum	60,- €	68,- €
Ibis-Bahnhof	60,- €	68,- €
Lottental	71,50 €	99,- €
Holiday Inn	135,- €	163,- €

<sup>(1)</sup>: Einzelzimmer mit Frühstück

<sup>(2)</sup>: Doppelzimmer mit Frühstück

Die Preise verstehen sich in € pro Nacht.

In diesen Hotels stehen Kontingente für unsere Gäste zur Verfügung. Sollten Sie eine Unterkunft in einem dieser Hotels direkt buchen, so nennen Sie bitte das Stichwort „Akustik, DAGA’02“.

## Weitere wichtige Adressen

### a) Anmeldungen, Teilnahme, Vorträge, Poster

DEGA Geschäftsstelle

**Dr. Christian Nocke**

Universität Oldenburg

Physik / Akustik

D-26111 Oldenburg

Tel.: +49 441 798- 3561, Fax: +49 441 798 3698

e-mail: DAGA2002@aku.physik.uni-oldenburg.de

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

### b) Wissenschaftliche Tagungsleitung:

**Priv.-Doz. Dr. phil. Ute Jekosch**

e-mail: jekosch@ika.ruhr-uni-bochum.de

**Prof. Dr.-Ing. Herbert Hudde**

e-mail: hudde@ika.ruhr-uni-bochum.de

**Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. h. c. Jens Blauert**

e-mail: blauert@ika.ruhr-uni-bochum.de

Ruhr-Universität Bochum  
Institut für Kommunikationsakustik  
D-44780 Bochum  
Tel.: +49 234 322 2496  
FAX: +49 234 321 4165

## Termine

- *31. Januar 2002:*  
letzter Termin für die Einzahlung der regulären Teilnahmegebühren
- *4. März 2002:*  
Vorkolloquien
- *5. März - 7. März 2002:*  
DAGA'02-Tagung, Abgabe der druckfertigen Tagungsbeiträge

## Hinweise für Autoren von Vorträgen

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

In jedem Vortragssaal wird neben einem Overhead-Projektor ein Rechner mit angeschlossenem Beamer zur Verfügung stehen, so dass Bildschirm-Präsentationen mit Microsoft PowerPoint möglich sind. Ferner wird ein Player für avi-Files installiert sein. Es ist aus technischen Gründen nicht erwünscht, dass Sie Ihren eigenen Laptop o.ä. mitbringen, um damit Ihre Bildschirmpräsentation vorzuführen. Bringen Sie Ihre Daten bitte auf einer CD-ROM mit. Bei PowerPoint-Präsentationen empfehlen wir, neben der PowerPoint-Datei sicherheits- halber auch eine rechner-unabhängige Variante mit der Methode „Pack

& Go“ (über „Datei“ zu erreichen) zu erstellen und auf die CD zu speichern. Sie können Ihre Präsentation eine halbe Stunde vor Beginn Ihrer Sitzung testen und gegebenenfalls Ihren „Pack & Go“-Ordner entpacken. Die Standardauflösung der vorhandenen Beamer beträgt 1024 x 768 Pixel.

Die Adresse für Rückfragen zu Bildschirm-Präsentationen:

**Frau Renate Leopold**

Ruhr-Universität Bochum, Institut für Kommunikationsakustik

D-44780 Bochum

Tel.: +49 234 322 2496

e-mail: talks@ika.ruhr-uni-bochum.de

## Hinweise zu den Manuskripten

Die Manuskripte der Beiträge (Vorträge und Poster) werden in dem Tagungsband „Fortschritte der Akustik - DAGA '02“ veröffentlicht. Für jeden Beitrag stehen **2 Seiten im Format DIN A 4** zur Verfügung. Der Text des Beitrags *muss* zweispaltig formatiert sein, Abbildungen können - wenn nötig - auch einspaltig formatiert werden. Der Platz zwischen den Spalten sollte 10 mm betragen. Überschrift, Autorennamen und Adresse sollen einspaltig zentriert formatiert werden. Der Rand sollte rechts und links nicht weniger als 10 mm, oben und unten nicht weniger als 15 mm betragen. Die Schriftgröße sollte 9 Punkte nicht unterschreiten.

**Bitte geben Sie das Manuskript Ihres Beitrags spätestens bis zum Ende der Tagung beim Tagungsbüro ab.** Verspätet abgegebene Manuskripte können nicht für den Tagungsband berücksichtigt werden.

Die Manuskripte werden in der Form in den Tagungsband aufgenommen, in der sie abgegeben werden. Es erfolgt keine Nachbehandlung. Bitte geben Sie neben dem Originalmanuskript auch eine Kopie sowie eine elektronische Version - bevorzugt im PostScript-Format - auf einer DOS-formatierten Diskette ab.

Der Tagungsband wird in Form einer CD-ROM voraussichtlich im Herbst 2002 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 auseinandersetzen können. Dazu besteht auch in den anschließenden Pausen ausreichend Gelegenheit.

Es gibt drei Poster-Sitzungen, je eine am Dienstag, Mittwoch und Donnerstag, in der Zeit zwischen 13:20 Uhr und 15:25 Uhr. Jede Postersitzung beginnt mit einem Rundgang mit Kurzvorstellungen der Poster (max. 5 min/Poster).

Es besteht die Möglichkeit, die Poster jeweils bereits morgens anzubringen, um so auch außerhalb der Präsentationszeiten möglichst viele Interessenten anzusprechen bzw. zu erreichen.

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

Das beste Poster wird prämiert. Die Preisverleihung erfolgt zu Beginn der DEGA-Mitgliederversammlung am Donnerstag, dem 07. 03. ab 15:50 Uhr.

Für die Posterausstellung werden Stellwände bereitgestellt, an denen die Poster präsentiert werden. Die Stellwände werden auf der obersten Ebene 00 des Tagungsgebäudes HZO aufgebaut. Dort befinden sich auch die Eingänge zu den größten Hörsälen H10 und H20, eine Cafeteria und ein Teil der Tagungsbegleitenden Ausstellung, so dass mit regem Besucherinteresse gerechnet werden darf.

Für jedes Poster steht eine Fläche von 128 cm x 100 cm (Breite x 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

## General Information

The  
**28th Annual German Conference on Acoustics DAGA'02**  
takes place  
**March 4 - 7, 2002**  
at the  
**Ruhr-University Bochum, Germany**

On Monday, March 4, two pre-conference colloquia will be held (see page 9).

### Conference Site

The conference takes place on the campus of the Ruhr-University in Bochum. Parking lots of sufficient number are at your disposal. By underground (line No. U35), you may reach the university from the Bochum downtown area within approx. 10 min. The conference site (HZO) at the university is within walking distance (5 min) from the subway station „Ruhr-Universität“ (see pages 305ff for more details).

### Organisers

The Conference is organised 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 „Verein Deutscher Ingenieure“ (German Association of Engineers, VDI), the „Deutsche Physikalische Gesellschaft“ (German Physical Society, DPG) and the Polish Acoustical Society (PTA) as a guest.

### Scientific Organising Committee

PD Dr. phil. Ute Jekosch  
Prof. Dr.-Ing. Herbert Hudde  
Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. h. c. Jens Blauert

### Scientific Advisory Committee

The local organising committee was supported in setting up the program by a group of professors of the Ruhr-Universität Bochum, who are experts in the fields cited below:

Prof. Dr. Ch. Ahrens (Musical Acoustics)  
Prof. Dr.-Ing. H. Ermert (Medical Ultrasound)  
Prof. Dr. R. Guski (Psychological Acoustics)  
Prof. Dr. K. P. Hoffmann (Biological Acoustics)  
Prof. Dr. J. Pelzl (Physical Acoustics)  
Prof. Dr.-Ing. E. Reyer (Building Acoustics)  
Prof. Dr.-Ing. W. V. Seelen (Auditory Neuro-Informatics)

## Subjects of the Conference

Subjects of the conference are all areas of acoustics, and all areas which are inter-disciplinarily related to acoustics, in particular the following:

- Aeroacoustics
- Acoustic Standards
- Audiology
- Biomedical Ultrasound
- Brillouin Spectroscopy
- Building Acoustics
- Cavitation
- Education in Acoustics
- Electroacoustics
- Hydro- and Geoacoustics
- Measuring Technology in Acoustics
- Musical Acoustics
- Noise Effects
- Noise Sources and Reduction
- Numerical Methods in Acoustics
- Photoacoustics
- Physiological Acoustics
- Psychoacoustics
- Room Acoustics
- Sound Propagation
- Sound Systems
- Speech Communication Acoustics
- Speech Quality Assessment
- Ultrasound
- Vehicle Acoustics
- Virtual Acoustics

## Conference Registration

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

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

You can also register by sending an email to

**[daga2002@aku.physik.uni-oldenburg.de](mailto:daga2002@aku.physik.uni-oldenburg.de)**

Alternatively, you can register via a hardcopy of the registration form which is added to this brochure or can be found on the website.

## Pre-Conference Colloquia

On Monday afternoon (March 4, 2002), two pre-conference colloquia are scheduled in parallel:

- **EAA SYMPOSIUM on Communication Acoustics**  
organised by J. Blauert
  - **Workshop on the New Standard VDI 3765: Noise Emissions from Construction Sites**  
organised by S. Jud
- Supporting institutions: Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI, Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA), VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik (VDI-KUT)

For the pre-conference colloquia, invited authors will present and discuss tutorial or overview talks. Participation is free. However, in order to plan the necessary room capacity, registration is highly appreciated.

## Public Evening Event

On Tuesday evening, a presentation of the new KLAIS concert organ will be organised in the university's Auditorium Maximum. The presentation consists in a lecture of Prof. Ch. Ahrens entitled: **Das Positiff mit süßem hal Schlag ich auff Bürgerlichem Sal ... Zur Geschichte der Orgel im Konzertsaal (The history of the Organ in the Concert Hall)**, and in concert examples presented by the organist and ecclesiastical music director of Bochum, Bernhard Buttman.

## Plenary lectures

In morning sessions, invited plenary lectures will be delivered on topics of general interest for the delegates.

## Structured Sessions

The following structured sessions have been organised in a German-Polish collaboration:

- **Biomedical Ultrasound**  
organised by A. Novicki and H. Ermert
- **Room/Building Acoustics**  
organised by J. Sadowski and M. Vorländer
- **Hydroacoustics**  
organised by E. Kozacska and P. Wille
- **Brillouin Spectroscopy**  
organised by T. Blachovicz and J. Pelzl
- **Photoacoustics**  
organised by T. Blachovicz and J. Pelzl

- **Ultrasonics**  
organised by T. Blachovicz and J. Pelzl
- **Psychoacoustics - Basics and Applications**  
organised by E. Hojan and H. Fastl

In addition, the following structured sessions have been prepared:

- **Discussion on the Content of the New Standard Series ISO 1996**  
organised by D. Gottlob
- **Vehicle Acoustics: Outside Noises**  
organised by K. Pfaffelhuber
- **Vehicle Acoustics: Vibrations in Convertibles**  
organised by R. Schmidetzki
- **Vehicle Acoustics: Subjective Judgements**  
organised by R. Weber
- **Discussion on the Propagation of Impulsive Noises Taking into Account National and International Approaches**  
organised by B. Kunzmann, W. Probst, K.-W. Hirsch
- **Physiology of Auditory Perception**  
organised by G. Klump and H. Wagner
- **Education in Acoustics and Engineering**  
organised by S.-R. Mehra
- **Monitoring Speech Quality in Telephone Networks**  
organised by S. Möller and A. Raake
- **Annoyance Due to Sound Effects**  
organised by B. Schulte-Fortkamp and R. Guski
- **On the Loudness of Public-Address Sound Systems**  
organised by E.-J. Völker

The Structured Sessions have been composed from invited contributions by experts in the fields addressed.

### **Poster Presentations**

On the DAGA'02, again a relatively large number of posters will be presented. Of course, posters are ranked equal to oral contributions, and will, consequently, receive the same space in the conference proceedings.

### **Accompanying Exhibition**

Integral part of the DAGA'02 is the accompanying exhibition. The following exhibitors have announced their participation:

- Akustik Technologie Göttingen
- Berleburger Schaumstoffwerk GmbH
- Braunstein + Berndt GmbH
- Brüel & Kjaer GmbH
- Caparol GmbH
- Cirrus Research plc

- Cortex Instruments GmbH
- DataKustik GmbH
- deBAKOM GmbH
- G.R.A.S. Sound & Vibration ApS, Dänemark
- Head Acoustics GmbH
- illbruck Automotive
- LMS Deutschland GmbH
- Microflown Technologies BV, Niederlande
- Müller-BBM GmbH
- Norsonic Tippkemper GmbH
- Rockwool Mineralwoll GmbH & Co OHG
- Saint-Gobain-Ecophon GmbH
- Saint-Gobain-Isover G+H AG
- Sennheiser electronic GmbH + Co.KG
- Sony Precision Technology Europe
- Spektra Schwingungstechnik und Akustik GmbH
- Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH
- Sinus Messtechnik GmbH
- Wölfel Meßsysteme & Software GmbH
- Zins Ziegler-Instruments GmbH

By this list, all available exhibition stands are booked. However, in case that you are interested in displaying additional material, the possibility remains to present a poster (for the standard conference fee). In case of interest, and for additional questions, please contact

**Prof. Dr.-Ing. Herbert Hudde**

Ruhr-Universität Bochum

Institut für Kommunikationsakustik

D-44780 Bochum

Tel.: +49 234 322 3479, Fax: +49 234 321 4165

e-mail: [hudde@ika.ruhr-uni-bochum.de](mailto:hudde@ika.ruhr-uni-bochum.de)

## Excursions / Social Program

The following events will take place as part of the social program:

### Tuesday, 5.3.2002

No.	Time	Event	Price
1	from 14:00 h	German Mining Museum	6 €
2	from 14:00 h	Planetarium Bochum <sup>(2)</sup>	4 €

### Wednesday, 6.3. 2002

No.	Time	Event	Price
3	9:00 - 14:00 h	Visit Coal Mine „Zollverein“ & Industrial Monument and Design Center NRW (new UNESCO Cultural-Heritage Site)	appr. 25 €
4	13:00 - 16:00 h	Visit Opel Factory Bochum	appr. 5 €
5	ab 14:00 h	German Mining Museum	6 €
6	18:30 - 21:00 h	Musical „Starlight Express“ <sup>(3)</sup>	56 - 135 €
7	15:00 - 21:00 h	IMAX Multiplex Cinema <sup>(1)</sup>	6 €
8		Bochum Theatre (German Language)	

### Thursday, 7.3.2002

No.	Time	Event	Price
9	9:00 - 13:00 h	Visit Solar-Cell Factory and Science Parc of Gelsenkirchen	appr. 16 €
10	13:00 - 16:00 h	Visit Musical-Instruments Museum „The Grumbt“ Collection, Kemnade Trough Castle	ca. 7 €
11	from 14:00 h	German Mining Museum	6 €
12	13:30 - 15:00 h	Planetarium Bochum <sup>(2)</sup>	4 €
13	20:00 - 22:30 h	Musical „Starlight Express“ <sup>(3)</sup>	56 - 135 €
14	15:00 - 21:00 h	IMAX Multiplex Cinema <sup>(1)</sup>	6 €
15		Bochum Theatre (German Language)	

(1) IMAX reservation (cf. 06.03. and 07.03.02): Please phone Tel. +49 234/507 2221 and 2222, indicating that you are a DAGA'02 participant.

(2) Planetarium reservation (cf. 05.03. and 07.03.02): Please phone Tel. +49 234/516 060, indicating that you are a DAGA'02 participant, and the reservation number 517 or 518.

(3) Starlight Express Reservation (cf. 06.03. and 07.03.02): Please phone the ticket hotline at +49 180 5 4444. It is recommended to register immediately.

For the events No. 3, 4, 9 and 10, a bus service will be organised. All other event sites can easily be reached via public transport.

Information on the following sites is available through the internet:

- Tourist Information, Bochum - <http://www.bochum.de/>
- Mining Museum, Bochum - <http://www.bergbau-museum.de/>
- Planetarium, Bochum - <http://www.planetarium-bochum.de/>
- Coal Mine „Zollverein“, Essen - <http://www.zollverein.de/>
- Design Center NRW, Essen - <http://www.design-germany.de/>
- Opel factory, Bochum - <http://www.opel.de/>
- Starlight Express Musical, Bochum - <http://www.starlightexpress.de/>
- IMAX Cinema, Bochum - <http://www.imax-filmtheater.de/bochum/>
- Theatre Bochum - <http://www.bochum.de/kulturportal/>
- Shell Solar-Cell Factory, Gelsenkirchen - <http://www.shell-solar-piz.de/>
- Scientific Parc, Gelsenkirchen - <http://www.wipage.de/>
- Musical-Instruments Museum, Kemnade  
<http://www.bochum.de/blauelinie>

### Notes:

Please let us know in which of the events you would like to take part. We need this information for our further planning. Participation fees can be paid on the spot, at the conference registration office. Individual events may be cancelled in case of low participation interest. Prices are subject to modification.

Your contact person for the social program is

### Mrs. E. Klaus

Tel: +49 234 322 2496

FAX: +49 234 321 4165

e-mail: [klaus@ika.ruhr-uni-bochum.de](mailto:klaus@ika.ruhr-uni-bochum.de)

### DEGA Members General Assembly

On Thursday afternoon, March 7, the **2002 General Assembly of DEGA** will take place. Please note this date in case that 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

The Technical Committees of DEGA will meet on Wednesday between 18:30 and 20:00h. After that, an open social meeting will take place at the university's International Meeting Center (Internationales Begegnungszentrum IBZ - Beckmann's Hof). Reservation is required. Tickets can be purchased at the conference registration office, from March 4 onwards. Due to the limited capacity of the IBZ, the overall number of participants has to be restricted. DEGA TCs have the possibility to continue their discussions, in which case small meeting rooms are available.

## Registration fees

Group	Membership <sup>(1)</sup>	student	pensioner <sup>(2)</sup>	CD-ROM <sup>(3)</sup>	€ early <sup>(4)</sup>	€ late <sup>(5)</sup>
1 <sup>(6)</sup>	no	no	no	yes	165,-	190,-
3	no	no	yes	yes	80,-	105,-
4	yes	no	no	yes	110,-	135,-
6	no	yes	no	yes	25,-	25,-
7	no	no	yes	yes	25,-	25,-
8	yes	yes	no	yes	15,-	15,-
9	yes	no	yes	yes	15,-	15,-
10 <sup>(7)</sup>	no	yes	no	yes	47,-	47,-

<sup>(1)</sup> Member of DEGA, VDI, DPG, ITG, VdT

<sup>(2)</sup> Membership fee „pensioner“ is also applicable for unemployed.

<sup>(3)</sup> Price for printed proceedings: 30 €

<sup>(4)</sup> fee until Jan. 31, 2002

<sup>(5)</sup> fee after Feb. 1, 2002

<sup>(6)</sup> *Special package*: Participation at conference *plus* new-membership of DEGA

<sup>(7)</sup> *Special package for students*: Participation at conference *plus* new-membership as student of DEGA

The table on this page gives an overview of the registration fees. The **Special packages** (group 1 and 10) 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.

## Bank Coordinates

Please transfer your participation fee to the following account:

Account No.: 108 51509 00

Bank: Oldenburgische Landesbank

German Bank Code: 280 200 50

int. SWIFT code: OLBODEH2

## Accommodations

A certain number of rooms has been blocked in these hotels for DAGA'02 participants. In case of direct booking, please mention that you are DAGA'02 participant, and the keyword „Akustik, DAGA'02“. The following table list some available hotels:

Hotel	SR/BR <sup>(1)</sup>	DR/BR <sup>(2)</sup>
Acora	77,- €	90,- €
Ibis-Zentrum	60,- €	68,- €
Ibis-Bahnhof	60,- €	68,- €
Lottental	71,50 €	99,- €
Holiday Inn	135,- €	163,- €

SR/BR<sup>(1)</sup>: Single room with breakfast

DR/BR<sup>(2)</sup>: Double room with breakfast

All Prices are in € per night.

Your contact partner for hotel booking and information is:

**Mrs. Reisinger**

Bochum Marketing GmbH

Am Hauptbahnhof/Kurt-Schumacher-Platz

D-44787 Bochum

Tel.: +49 234 96302-0, FAX: +49 234 96302-55

e-mail: info@bochum-marketing.de

### Further Important Addresses

#### a) Registration, Participation, Talks, Posters

DEGA Geschäftsstelle

**Dr. Christian Nocke**

Universität Oldenburg

Physik / Akustik

D-26111 Oldenburg

Tel.: +49 441 798 3561

Fax: +49 441 798 3698

e-mail: DAGA2002@aku.physik.uni-oldenburg.de

http://www.dega.itap.de

#### b) Scientific Organising Committee:

**Priv.-Doz. Dr. phil. Ute Jekosch**

e-mail: jekosch@ika.ruhr-uni-bochum.de

**Prof. Dr.-Ing. Herbert Hudde**

e-mail: hudde@ika.ruhr-uni-bochum.de

**Prof. Dr.-Ing. Dr. techn. h. c. Jens Blauert**

e-mail: blauert@ika.ruhr-uni-bochum.de

Ruhr-Universität Bochum

Institut für Kommunikationsakustik

D-44780 Bochum

Tel.: +49 234 322 2496, FAX: +49 234 321 4165

## Important Dates

- *January 31, 2002:*  
Deadline for payment of the regular participation fees
- *March 4, 2002:*  
Pre-Conference Colloquia
- *March 5-7, 2002:*  
DAGA'02-Conference,  
Deadline for submission of camera-ready papers

## Indications for Authors of Presentations

The timetable of the meeting is **strictly** orientated to the following 25-minutes-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 candidate. 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 15 minutes duration.

## Presentation Media

Computer connected beamers will be installed in each room. Thus, screen presentations with Microsoft PowerPoint are possible, and a player for avi files will be installed. Due to potential technical problems, it is strongly discouraged to bring a private laptop. Please bring your presentation on a CD-ROM. If you plan to use Microsoft PowerPoint, we recommend to carry 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 30 min before the beginning of the session, and in case of problems unpack the backoff „Pack & Go“ version. The projectors have a resolution of 1024 x 768 pixels.

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

**Mrs. Renate Leopold**

Ruhr-Universität Bochum

Institut für Kommunikationsakustik

D-44780 Bochum

Tel.: +49 234 322 2496

e-mail: [talks@ika.ruhr-uni-bochum.de](mailto:talks@ika.ruhr-uni-bochum.de)

## Indications to the Manuscripts

The manuscripts of the presentations and the posters will be published in the conference proceedings „Fortschritte der Akustik - DAGA'02“ (Proceedings in Acoustics - DAGA'02). Each presentation is to be organised in two pages DIN A 4. The text has to be formatted in two columns. If it is necessary, the illustrations can be formatted in one column. The inter-column space should be 10 mm. The headline, the name of the author(s) and the address(es) should be centrally justified in one column. The side margin to the right and to the left should not be less than 10 mm, the top and the bottom margin not less than 15 mm, and the character size not less than 9 points.

**Please submit your manuscript at the conference registration office at latest at the end of the meeting.** In case that you forget to deliver in time, your manuscript cannot be considered for publication in the proceedings.

The manuscripts will be printed in the delivered shape, without any corrections. Besides the original manuscript, we kindly ask you to provide a copy and an electronic version (preferably in Post-Script format) on a floppy disc/CD-ROM formatted for DOS.

Conference proceedings are scheduled to be mailed in autumn 2002 to all DAGA'02 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.

## Indications 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, e.g., during the coffee breaks

There is one poster session each conference day, Tuesday, Wednesday and Thursday, scheduled for 13:20 until 15:25 h. Each session starts with a tour of the posters, where each presenter may give a short introduction (5 min/poster)

Presenters are given the possibility to set up their posters already in the morning, so as to reach a wide audience.

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 price awarded for the best poster. The ceremony will be held during the DEGA Members General Assembly on Thursday, March 7, from 15:50 onwards.

We will provide partition walls to fix the posters. The posters will be exhibited on the upper level 00 of the HZO conference building. On the same level are the entrances to the largest rooms H10 and H20, a cafeteria, and part of the accompanying exhibition. Thus, you can expect to receive wide attention from the conference audience.

Each poster comprises a surface of 128 cm (width) x 100 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 fix the poster will be provided by the organisers.

### Indications for 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 in 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.



## Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.

*The German Association of science and  
technology in all areas of acoustics  
and inter-disciplinarily related fields*

Membership fees include a subscription of the international journal ACTA ACUSTICA (on CD), the European newsletter NUNTIUS ACUSTICUS (on CD), the German newsletter DEGA-Sprachrohr (printed version) - and essential reductions of conference fees.

Especially attractive benefits for sustaining members  
For further information please visit our web site

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

**EAA-SYMPOSIUM on Communication Acoustics, J. Blauert**

The EAA SYMPOSIUM starts at 13:00 h. The duration of each talk is approx. 30 min inclusive discussion.

Monday from 13:00 h    room H 40 - paper # 1    EAA SYMPOSIUM

---

**Speech and Audio Coding**

Heute, U.

*LNS/TF/CAU, Kiel*

Coding is used here in the sense of compression, and for both signal types, lossy compression is meant. Both speech and audio coders apply physio- and psychological knowledge, though of different kind. Speech, however, is usually coded such that a „reasonable quality“ is kept (e.g. close to that of the common telephone) while audio coders (apriori, at least) aim at inaudible distortions. 13 years ago, a special issue of SPEECH COMMUNICATION showed how the classical „coding gap“ between low-rate (2.4 kb/s and below) and high-rate (32 kb/s and more) systems could be closed by medium-rate (8... 16 kb/s) codecs as proposed for the development of the GSM system. The ideas included time-domain (predictive) as well as frequency-domain (ATC, sub-band) approaches. Nowadays, the gap is closed, and the LPC-methods prevail. Starting from the GSM standard, variants as well as „relatives“ shall be exposed in terms of brief system description and auditive examples. More recent ideas will be addresses, aiming either at verry-low-rate transmission or at improved quality, within or beyond the present-telephone bandwidth (wide-band speech) Also, new issues are touched, like data-rate adaptation to the avialable channel, or combined consideration of source and error-protection coding. The step from the above-mentioned wide-band speech coding to audio coding seems to be short. Nevertheless, modern audio coders, unlike speech-compression systems, apply mainly frequency-domain and more refined psycho-acoustic approaches. Starting from a well-known standard again, variants and relatives shall be explained. Finally, recent issues and ideas will be addressed.

---

Monday from 13:00 h room H 40 - paper # 2 EAA SYMPOSIUM

---

**Binaural Technique**Hammershøi, Dorte, Henrik Møller*Aalborg University, Aalborg*

The term binaural technique is used as a headline for methods for sound recording, synthesis and reproduction, where the sound pressure signals recorded (or synthesized) are the eardrum signals of the listener, and where successful reproduction is achieved, if these are truly reproduced in the ears of the listener. Numerous applications to these methods exist of which some will be presented in the lecture. Further, the presentation will include the main results of the investigations that are the current basis for the utilization of the binaural technique at Aalborg University and possibly elsewhere, including investigations on sound transmission in the ear canal, measurements of HRTFs (head-related transfer functions), calibration of headphones, and localization experiments (in real life and with binaural recordings from real heads and artificial heads).

---

Monday from 13:00 h room H 40 - paper # 3 EAA SYMPOSIUM

---

**Auditory Virtual Environments**Novo, Pedro*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

The increase of computational power of modern workstations has made possible the use of virtual environments to an ever-increasing range of applications. One of the focuses of interest has been the authentic reproduction of reality in a virtual environment. A typical application has been in the area of architectural acoustics design. In these applications the goal is to reproduce in the virtual environment what would happen in a real world situation. These reproductions are based on the detailed knowledge of the geometry of the environment, properties of all the surfaces in the environment and the positions and directivities of the sources and receivers.

If the virtual environment is to be used for man machine interaction or entertainment then authenticity is not the central issue. Instead a plausible rather than an authentic virtual environment is required. By plausible it is meant that the users perceives the auditory events as having occurred in a real environment although no details of this environment are specified to them. In fact, it is possible to generate sounds that are perceived as having occurred in a real environment although having been generated by manipulating perceptually relevant parameters.

The system characteristics as well as examples of applications for these two different classes of auditory virtual environments will be addressed.

---

Monday from 13:00 h room H 40 - paper # 4 EAA SYMPOSIUM

---

### **Evolutionary Adaptations for Auditory Communication**

Klump, Georg

*AG Zoophysiologie und Verhalten, FB Biologie, Carl-von-Ossietzky Universität, Oldenburg*

Acoustic signals play an important role in the biology of a vast number of invertebrate and vertebrate animal species occupying aquatic and terrestrial environments. The range of frequencies used in animal communication goes far beyond of what is utilized in human speech communication (e.g., extends from infrasound in elephants to ultrasound in various mammals and insects). The spectral and temporal characteristics of the signals as well as the signalling strategies used by the animals demonstrate several adaptations to the acoustics of the environment. Animals employ a variety of receivers analysing particle velocity, sound pressure, or sound-pressure gradients. Having evolved such specialized receivers, the species manage to achieve a reasonably sensitive signal detection and accurate perception of the signal characteristics enabling reliable signal recognition in various acoustic environments and the analysis of acoustic scenes. Studying the variety of mechanisms in animal auditory communication will provide us with insights into the functional principles of auditory communication and suggest innovative solutions for technical systems.

---

Monday from 13:00 h room H 40 - paper # 5 EAA SYMPOSIUM

---

### **A Functional View on the Human Hearing Organ**

Hudde, Herbert

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Technical applications in communication acoustics must be based on our knowledge about the human ear. Such a knowledge is often established in models. With respect to hearing, the applications include such different items as, for instance, recording techniques using dummy heads, coding principles of audio and speech signals, the design of ear phones, hearing aids and hearing protectors, the binaural reproduction of audio signals, or - more generally - the generation of auditory virtual environments. The kind of models needed is widely determined by the application. In many cases the hearing organ is considered as a system designed for complex signal processing. Of course, such models should not comprise irrelevant details about the physical realization. On the other hand, the physical details are widely unknown, particularly when the central hearing organ is to be modeled. Therefore models aiming at a reproduction of the performance of the central hearing organ are always based on psychoacoustically measured data. In this talk, however, the

focus will be set on physical modeling. This means that the peripheral ear will be considered most extensively. Nevertheless an outline of the complete hearing organ will be given, starting at the interface between the peripheral and central part. It is tried to give some insight into the functioning of the different parts. Although a view on animals reveals that also other principles than found in the human ear exist, it is tried to find out possible reasons why our hearing organ is designed as it is.

---

Monday from 13:00 h    room H 40 - paper # 6    EAA SYMPOSIUM

---

### **Modeling of Binaural Hearing**

Braasch, Jonas

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

In most auditory localization tasks and many detection tasks mankind benefits from having two ears. To be able to predict, explain and simulate the advantage of having two ears, binaural models were developed. This presentation is a brief introduction to the existing model algorithms. Both classical lateralization algorithms like the Jeffress model and recent approaches to simulate human localization in three dimensions will be addressed.

---

Monday from 13:00 h    room H 40 - paper # 7    EAA SYMPOSIUM

---

### **Hearing-Aid Technology**

Holube, Inga

*FH Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven*

Until the end of the 1980's, only analog hearing instruments were utilized which were adjusted to the individual hearing loss with screw-driver controlled potentiometer trimmers. The development of the integrated circuit chip technology allowed the development of analog hearing instruments that could be programmed digitally with dedicated programming devices or with personal computers. In 1996, hearing instruments were introduced which were digitally programmable and, in addition, offered digital signal processing. It is this third category of hearing aids, which will be the focus of this presentation. Digital signal processing allows for analyzing the input signals and reducing background noise as well as feedback. Also compression algorithms are more advanced than in former hearing instrument technologies. In addition, state of the art hearing instruments usually offer the combination of several microphones for directional filtering. Hearing aid technology has not only progressed in its signal processing capabilities but also in respect to its mechanical and electro acoustical design. Transducers have to meet requirements in size, sensitivity and output power and housings have to fit to the individual ear. Last but not least, hearing instruments have to

be fitted to the individual's hearing loss and requirements in every-day-life situations. For this purpose, fitting software is installed on personal computers in the audiologist's office. This fitting software calculates the hearing aid parameter's settings based on the individual audiogram or loudness scaling data. In addition, fine tuning by including individual preferences and simulations of sound environments is available.

Monday from 13:00 h room H 40 - paper # 8 EAA SYMPOSIUM

---

## **Psychoacoustics and Sound Quality**

Fastl, Hugo

*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

The goal of psychoacoustics is to describe quantitatively the relations between stimuli, defined in the physical domain, and the related perceptual magnitudes, frequently called hearing sensations. With respect to sound quality, physical magnitudes like sound pressure level, spectral distribution, temporal envelope etc. are of relevance. The related subjective magnitudes can be described by loudness, sharpness, fluctuation strength, roughness etc. Psychophysical methods used assess quantitative as well as qualitative features of sounds. Frequently applied methods are category scaling and magnitude estimation. Sometimes the frame of reference can considerably bias the results. For example, when evaluated on an, e.g., seven point category scale, a „soft“ aircraft, when compared to a „soft“ hairdryer, is still rather loud in absolute terms. In magnitude estimates, the choice of the reference sound (anchor) may significantly influence the rating. Therefore, usually at least two different anchors, which are typical for rather different values of the magnitude under consideration (e.g. loudness) are used. Despite this drawback, magnitude estimation has the advantage that it yields numerical relations which are easily compared to physically measured data or cost-benefit analyses. For sound quality of products, frequently ranking procedures are applied. A method called random access, in which the subject actively selects the items to be compared and listens to them as long and as often as desired, has proven very time-efficient and accurate. The method of semantic differential is used to test, whether a specific sound is suitable for a specific purpose. With this method it can be predicted, whether a sound will be, e.g., an efficient warning signal. In such applications, cross cultural differences may play an important part for a global economy. In addition to acoustic features, the meaning of a sound may considerably influence sound quality evaluation. Therefore, a procedure based on an FTT-analysis was developed which allows to neutralize the meaning of sound and, at the same time, to keep the loudness-time function almost identical. Finally, when applying psychoacoustics to sound-quality evaluation, it has to be kept

in mind that also other modalities like visual inputs can significantly modify the rating of acoustic stimuli.

Monday from 13:00 h room H 40 - paper # 9 EAA SYMPOSIUM

---

### **Semiotics for Engineers**

Jekosch, Ute

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Semiotics is a scientific discipline which deals with signs. Generally speaking, a sign is something which stands for something other than itself, which points at something else. Wellknown signs are traffic lights, number codes, national flags and speech, to mention only some. In all these cases the recipients of the signs have to have background knowledge of the signs, i.e. they must know the intended relation between the primary object of perception and the concept that is to be associated with it. A sign is an element of communication. If the relation between the primary perceptual object and the intended concept (or its meaning) is not known to the recipient, communication fails. In the case of a red traffic light the 'meaning' of red would not lead to the action to stop. All physical/perceptual events can be looked at from the perspective of semiotics. In this talk acoustic/auditory items from the field of communication acoustics will be discussed, with focus on synthetic speech, speech transmission, speech recognition and sound design. This semiotic approach looks at acoustic events from the point of view of the acting and hearing listener - and aids to step from information to communication technology.

Monday from 13:00 h room H 40 - paper # 10 EAA SYMPOSIUM

---

### **Quality of Transmitted Speech for Humans and Machines**

Möller, Sebastian

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

The quality of speech transmitted over telecommunication networks has been an object of investigation for a long time, and assessment methods as well as quality prediction models have been developed. These methods and models refer to human-human communication, and they typically reflect only a part of the dimensions which contribute to the quality of a service, and to user satisfaction, usability and acceptability. However, future telecommunication networks will be used to an increasing part for human-machine interaction, e.g. to access telephone-based spoken dialogue systems. The quality of transmitted speech in those situations is different from the one in human-human communication, as the performance of speech technology devices (recognition, TTS, etc.) is influenced by other characteristics of the transmission channel. In this

contribution, a comparison is drawn between important quality dimensions in human-human communication and the corresponding dimensions in the interaction with a spoken dialogue system. They form a basis for quality planning and optimisation of spoken language systems, as well as for transmission networks which are to be used for both human-human and human-machine interaction. Assessment methods for the two situations are presented and systemised, and comparative test data are discussed.

**- Final discussion -**

---

**End of Session**

---

---

**Workshop zur Richtlinie VDI 3765 Geräuschemission  
von Baustellen, S. Jud**

Mo. ab 13:00 Uhr Raum H 50 Workshop VDI 3765

---

**Bedeutung der „Outdoor“-Richtlinie und der AVV Baulärm für  
den Immissionsschutz**

V. Irmer

*Umweltbundesamt, Berlin*

Mo. ab 13:00 Uhr Raum H 50 Workshop VDI 3765

---

**Vorstellung der neuen Richtlinie VDI 3765**

U. Trautmann *Akustik-Ingenieurbüro Trautmann, Berlin*

Mo. ab 13:00 Uhr Raum H 50 Workshop VDI 3765

---

**Behördliche Genehmigungspraxis bei Richtwertüberschreitungen  
beim innerstädtischen Bauen**

M. Miller *Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin*

Mo. ab 13:00 Uhr Raum H 50 Workshop VDI 3765

---

**Baulärmprognose und Baulärmminderung: Praxisbeispiel**

U. Trautmann *Akustik-Ingenieurbüro Trautmann, Berlin*

Mo. ab 13:00 Uhr Raum H 50 Workshop VDI 3765

---

**Praxiserfahrungen mit der Anwendung von Geräuschnormen,  
insbesondere bei großen Maschinen**

W. Probst

*Accon GmbH Ing.-büro für Schall- und Schwingungstechnik, München*

Mo. ab 13:00 Uhr Raum H 50 Workshop VDI 3765

---

**Baulärm beim Neubau des UBA in Dessau: Erfahrungen aus Lang-  
zeitmessungen**

N. N.

Mo. ab 13:00 Uhr Raum H 50 Workshop VDI 3765

---

**Die Anlagengeräusch-Datenbank des UBA**

E. Fischer Sheikh-Ali, W. Probst

*Umweltbundesamt - Berlin, \*ACCON - München*

Di. 9:00 Uhr H 10

Eröffnung

**Eröffnungssitzung der DAGA'02**

- Begrüßungen
- Verleihung der Helmholtz-Medaille
- Verleihung des Lothar-Cremer-Preises
- Grußadresse des Helmholtz-Preisträgers
- Allgemeine Informationen

Di. 11:00 Uhr Raum H 10

Plenarvortrag Lacroix

**Spracherzeugung – Akustik, Modelle und Anwendungen**Lacroix, Arild

*Institut für Angewandte Physik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Universität Frankfurt*

Für die verschiedenen Kategorien von Sprachlauten wird die Akustik der Spracherzeugung behandelt. Neben den unterschiedlichen Anregungsmechanismen und der Abstrahlung wird die Wellenausbreitung im Stimmbildungssystem bestehend aus Rachen-, Mund- und Nasenhöhle erläutert. Dabei wird auch die Artikulation und deren Auswirkungen auf das Höhlungssystem erklärt. Nimmt man ebene Wellen für die Schallübertragung im Stimmbildungssystem an, lassen sich vergleichsweise einfache, bereichsweise homogene Röhrenmodelle angeben, die zudem für den verlustfreien und für den verlustarmen Fall ohne zusätzlichen Aufwand für die zeitdiskrete Verarbeitung geeignet sind. Mit einem System von zeitdiskreten Rohrstücken geeigneter Längen und Querschnittflächen, die durch Adaptoren verbunden sind, kann das Höhlungssystem mit hinreichender Genauigkeit für die unterschiedlichen Sprachlaute beschrieben werden. Mittels eines Dreitor-Adaptors, der die Funktion der Rohrverzweigung am Gaumensegel nachbildet, wird die Nasenhöhle angekoppelt. Neben der Untersuchung und Analyse dieser Rohrmodelle an Hand der Übertragungsfunktion und der Spektralfunktion wird auf die Berechnung und Schätzung der Rohrmodelle aus dem Sprachsignal eingegangen. Zeitdiskrete Rohrmodelle werden bereits erfolgreich in der Sprachcodierung und auch in der Sprachsynthese eingesetzt. Weitere interessante Anwendungsfelder gibt es in verschiedenen Gebieten der Erkennung aus Sprachsignalen.

Di. 11:45 Uhr Raum H 10

Plenarvortrag Mourjopoulos

**The Evolution of Digital Audio Technology**

Mourjopoulos, John

*AudioGroup, Wire Communications Lab., Electrical and Computer Engineering Dept., University of Patras, Greece*

From its commercial introduction, nearly 20 years ago, digital audio technology is now reaching a maturing stage, allowing sound to be an integral component of the information age revolution. Thus, storage, manipulation, transmission and reproduction of audio data can be achieved with extreme speed, accuracy and flexibility. In addition, the users can also benefit from reductions in component size and cost.

Today, two distinct divergent trends are emerging in this technology's use: one towards improved quality and a transition from stereo to multichannel delivery (e.g. with DVD-Audio and SACD) and another towards reduced audio data bitrate, utilising data compression (e.g. with MPEG or other propriety standards). These developments have resulted to a proliferation of audio formats; an overview of such developments will be given along with a critical assessment of their significance.

Digital audio technology is also examined from the perspective its 3 constituent evolutionary components: (a) digital electronics and computer technology, (b) DSP theory and techniques, (c) auditory modeling. For each of these components, the significant past events are traced and future trends are predicted. For the case of technology, such an extrapolation can lead to useful conclusions. Nevertheless, this technology has not only given consumers and professionals alike access to high quality audio, but has also helped to highlight many problems, some related to human auditory perception and others to signal processing methodologies. In this sense, there are significant developments to be tackled by future research. Such future research and technology issues are also presented and examined.

Di. 13:20 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy I

**Surface Phonons in Ferroic Materials**Mroz, B.*Faculty of Physics, A. Mickiewicz University, Poznan, Poland*

Ferroelastics are the mechanical analogues of ferroelectrics, with spontaneous strain replacing spontaneous polarization and uniaxial stress replacing the electric field. They exhibit mechanical domain structure, stress-strain hysteresis and the so-called soft acoustic mode due to the strong temperature dependence of the phonon velocity coupled to the spontaneous deformation. The bulk elastic properties of ferroelastics have been extensively studied for the last 15 years both by ultrasonic and classical Brillouin spectroscopy. Literature does not provide information concerning the surface phonons in these materials, mostly because the surface Brillouin spectroscopy was used to study the surface acoustic waves (SAW) in the opaque materials like semiconductors and metals in which the light penetration depth is relatively small, which makes the experiment much easier to perform. We present here the results of Brillouin scattering on the surface phonons propagating in three different ferroelastics: GMO, LCS and RLHS in the temperature ranges covering their phase transitions. The aim these studies was to answer the question on the way the phase transitions accompanied by strong anomalies of the elastic properties of the crystal were manifested on the surface. No significant elastic softening was observed in course of our studies. The question arises if the soft surface mode can exist in ferroelastic material. This and other related problems will be discussed.

Di. 13:45 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy I

**Study Of The Elastic And Elastooptic Properties Of Znse Crystals Using Brillouin Scattering Method**Drozdowski, M., P. Ziobrowski*Faculty of Technical Physics, Poznan University of Technology, Poznan, Poland*

Among the nondestructive optical methods which are very suitable to study crystals, the Brillouin light scattering is one of most sensitive indicators of the influence of point defects, which can appear in the crystals during growth process on their elastic and elastooptic properties. Recently, there has been considerable interest in the physical properties of wide gap II-VI compounds. They are very promising for their potential applications in technology of blue - green laser diodes. Some physical properties of ZnSe crystals have been reported recently, but so far there is a little information concerning their elastic and elastooptic properties. In this talk, the review of the elastic and elastooptic properties of

ZnSe crystals with different free carrier concentration grown by high pressure Bridgman method is presented. After a brief description of the Brillouin scattering method, used in the characterization of the elastic and elastooptic properties, the experimental results obtained for ZnSe crystals by this method are surveyed. Obtained results are discussed in terms of the nature of the point defects which might be created in the crystal during growth process. The influence of the annealing process on the elastic and elastooptic properties of ZnSe crystals is also discussed.

Di. 14:10 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy I

### **Brillouin light scattering from surface and bulk spin waves in Co/Cu superlattices**

Blachowicz, Tomasz (1), Fraune, Michael (2), Güntherodt, Gernot(2)  
(1) *Institute of Physics, Silesian University of Technology, Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, Poland* (2) *2 Physikalisches Institut, RWTH Aachen, Aachen*

Spin wave excitations of Co/Cu superlattices in the GHz frequency range have been investigated by the use of Brillouin light scattering. Two kinds of samples were grown in [111] direction. In the first sample the modulation period was equal to  $18\text{\AA}$  ( $10\text{\AA}$  Co +  $8\text{\AA}$  Cu), while the total number of bilayers was equal to 60. The second sample had a modulation period of  $100\text{\AA}$  ( $60\text{\AA}$  Co +  $40\text{\AA}$  Cu), with the total number of bilayers equal to 10. Thus the two samples had roughly the same total thickness. We have investigated the standing spin wave modes with exchange neglected, the dipolar coupled modes resulting from coupling of surface spin waves in each layer and the surface spin waves of the superlattice as a whole. The measurements were carried out as a function of magnetic field and for different angles of the incident photons. The in-plane magnetic anisotropy showed clear 6-fold symmetry. Despite the same total thickness of the samples, there is an important difference in the thickness of the single constituents of the multilayered structure. Frequencies of spin waves were modeled for different thickness of superlattices constituents based on a straightforward solution of the equations of motion of the magnetization in an applied magnetic field in the magnetostatic

Di. 14:35 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy I

**An uncertainty wave-vector diagram approach for Brillouin light scattering on bulk phonons**Blachowicz, Tomasz*Institute of Physics, Silesian University of Technology, Gliwice, Poland*

A recently observed anomaly in Brillouin scattering experiments for the SLAO oxide type crystal, which reveals as a very high background, but which does not suppress strong stokes and anti-stokes signals, can be explained by the uncertainty wave-vector diagram. The presented approach uses wave vectors of incident light, scattered light, and acoustic waves, which express the quasi-momentum conservation principle, and the new uncertainty wave vector resulting from absorption and conversion of light energy into acoustic GHz modes creating a strong background. Experimentally observed optical signals in Brillouin scattering experiments possess a characteristic pattern, where we see a set of strong lines from elastic scattering, the Rayleigh lines, and very weak Brillouin peaks resulting from inelastic creation (stokes line) and annihilation (anti-stokes line) of acoustic phonons by photons. From the frequency domain point of view, the absorption-like channel in a scattering process should be interpreted as a light-energy conversion into GHz acoustic modes. The energy distribution between background and elastic/inelastic channels is a function of the light wavelength, and does not depend on the laser power applied. All of the above results appear at the absorption origin of the phenomenon.

Di. 15:00 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy I

**Elastic Properties of Thin Hard Films Analyzed with Brillouin Light Scattering Spectroscopy**Wittkowski, T.*Fachbereich Physik und Schwerpunkt Materialwissenschaften, Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern*

Brillouin light scattering spectroscopy detects the frequency of thermally excited acoustic phonons as a function of direction and magnitude of the phonon wavevector. For hard coatings the measured frequencies of surface and pseudo-surface modes are up to 50 GHz, for bulk modes up to 200 GHz. From the dispersion of the Rayleigh mode and of higher-order Rayleigh-like modes on films which are thinner than the phonon wavelength (0.3-1 mm), it is generally possible to deduce several independent components of the stiffness tensor. The stiffness constants of the film, but also the spectra self provide precise insight into the material microstructure on the sub-micrometer length scale. A brief survey of the experimental technique and the analysis of the dispersion data will

be presented. In order to deduce the elastic constants the dispersion of surface modes, as will be shown for tungsten carbide films, and the angular dispersive phase velocity of the bulk modes, as will be shown for cubic boron nitride films, are evaluated. Often both types of modes are present in a single Brillouin spectrum. The obtained information on the elastic properties is used to analyze the film microstructure. Film texture and growth structure, for instance, can be inferred from the elastic anisotropy.

Work supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft.

Di. 13:20 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound I

### **Quantitative scanning acoustic microscopy: methods and applications in medicine.**

Raum, Kay, Jörg Brandt, Silke Gudziol, Albrecht Klemenz, Ludger Smitmans, Christian Schwinger, Klaus-Vitold Jenderka

*Institute of Medical Physics and Biophysics, Orthopaedical Clinic, Institute of Bioengineering, Martin Luther University of Halle*

Pulse-echo scanning acoustic microscopy (SAM) is referred to systems, where very high frequency acoustic waves are focused on a material and images are generated from the reflected signals. Two systems will be described: The first one works in the frequency range up to 250 MHz and is used for time-resolved analysis of acoustic impedance, longitudinal and shear wave velocities and frequency dependent attenuation. The second microscope covers the frequency range from 100 MHz up to 2 GHz and is used for very high resolution topography and acoustic impedance mapping. For each system special data acquisition and analysis algorithms were developed. The capabilities and limitations will be demonstrated by a number of different applications. Results show: the anisotropy, age and gender dependence of the acoustic impedance in human cortical bone; the correlation between the microscopic acoustic impedance and the Young's modulus (obtained with nanoindentation) in bone; pathological changes in human auditory ossicles observed by mesoscopic and microscopic impedance mapping; microscopic 3D reconstruction of the topography and impedance of alginate spheres; the determination of elastic constants from acoustic quantities at a mesoscopic scale.

Di. 13:45 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound I

**Bones characterization with ultrasound**

Litniewski, Jerzy 1), Andrzej Nowicki 1) and Andrzej Sawicki 2)

*1) Department of Ultrasound, Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, 2) National Food and Nutrition Institute and Warsaw Osteoporosis Center, Warsaw, Poland*

Macroscopic, X-ray methods for bone quality assessment are mainly based on porous bone density measurements. In recent years, several new ultrasonic diagnostic methods have been developed to examine bones in vivo. These methods are based on measurements speed of sound (SOS) and broadband ultrasonic attenuation (BUA) of waves penetrating porous bone. The principal element which determines the bone strength is the trabecular structure of a porous bone. In our project we measure acoustic properties of a single trabecula using a scanning acoustic microscope and we introduce the system for „in vivo“ measurement of an overall properties of a calcaneus bone. In our approach we operate in the backscattered mode rather than in transmission. First, it enables to overcome the problems of a signal distortion by tissue and bone interfaces characteristic for BUA transmission measurements. Secondly, the magnitude of backscattered waves depends on scattering cross-section of a trabecular structure that to some extent describes the micro architecture of a calcaneus. A set of data representing signals transmitted through the heel and reflected inside a calcaneus for osteoporotic patients was recorded and next trabecular structure cross-section (TSC) function was calculated. These results along with a spectral shift method and a standard BUA measurements will be presented and compared to X-ray bone mineral density determination results.

Di. 14:10 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound I

**Determination of nonlinearities produced by strong focused beams**

Litniewski, Jerzy, Janusz Wójcik and Leszek Filipczynski

*Department of Ultrasound, Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Swietokrzyska 21, 00-049 Warsaw, Poland*

Propagation of acoustic waves in scanning acoustic microscopy (SAM) is a complex problem due to finite amplitude distortions. Non-linear effects produced by strong focused beams with half angle apertures exceeding 160 can not be described by existing theories. Non-linear effects were determined using two methods: an exact numerical and an experimental. Numerical calculations were performed basing on the non-linear propagation procedures derived before by one of the authors.

The measurements were based on the 100 MHz PVDF probe constructed with the active probe diameter of 1 mm, SAM system constructed in our department, Panametric pulsar/receiver system 5900PR and HP 54810A sampling oscilloscope. Acoustic pulses of four periods duration with the frequency of 34 MHz were focused by a glass spherical lens filled with water and with the focal length of 3 mm and the aperture half angle of 50°. The probe was placed in the focal region. After detecting by the probe and after wide band amplification the signals were sampled and stored by a digital oscilloscope. The signal amplitude spectra were obtained and compensated for the frequency characteristic of the probe. The computed spectra were in a good agreement with experiments up to the 5-th harmonic. The results present actual state and further possibilities of the applied numerical method for the detail investigations of nonlinearities in the ultrasonic microscopy.

Di. 14:35 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound I

### **Spiral-Ultraschall-Tomographie für die Untersuchung der weiblichen Brust**

Ashfaq, Mohammad, Helmut Ermert

*Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum*

Although the echosonographic investigation of the female breast has proved itself to be a useful augmentation to the normal x-ray mammography, a B-scan of the breast often fails to differentiate between tumours and healthy tissue. Moreover, the result of such an echosonographic investigation depends on the skill and experience of the examiner in addition to being often not reproducible.

The propagation of ultrasound through tissue occurs as a function of the acoustic attenuation and the speed of propagation through it. It has been shown in clinical studies that a spatially resolved image of the two tissue parameters, the tissue attenuation and the speed of sound, contributes decisively to the differentiation of the breast tissue types. In the last two decades several research groups have proposed transmission tomographic systems for the reconstruction of the two tissue parameters. The major impediment to an intensive clinical application of the proposed techniques was the dedicated electronics and the cumbersome mechanical setup on one hand and the inadequate spatial resolution of the reconstructed parameters on the other hand.

A new tomographic concept for the reconstruction of the tissue attenuation and the speed of sound is introduced here. The data acquisition is carried out with the help of a commercial ultrasound system and a specially designed applicator, whose construction is based on that of a conventional spiral CT. The speed of sound and the tissue attenuation are reconstructed by means of the established computed tomography

techniques. The special applicator enables a three dimensional registration of the female breast. The spiral computed tomography technique gives rise to a better spatial resolution than the previous techniques. In addition, the applicator is so conceived that it may be used in conjunction with a standard ultrasound transducer. This facilitates the clinical use of the proposed technique in addition to supplying the normal echonographic images for further processing. The results of the phantom studies are presented. An in vivo validation of the suggested system is planned.

Di. 15:00 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound I

### **Estimation of Speed-of-Sound for the Correction of Compound Imaging**

Schmitz, Georg*Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz, University of Applied Sciences Koblenz RheinAhrCampus, Remagen*

The superposition of ultrasound images of the same object taken from different directions to suppress the speckle artifact and improve image quality is well known since more than 20 years. However, only recently this technique has been implemented in standard ultrasound equipment by the overlay of images taken with phased array techniques at different angles. It can be seen that the overlay of images suffers in resolution from the use of the fixed sound velocity of 1540 m/s of standard ultrasound equipment if the real speed of sound deviates from it. The work of Jago and Whittingham [1] showed that the correction of compound images using speed-of-sound maps considerably improved the image quality of breast specimens. However, they used speed-of-sound tomography with two transducers in through transmission to calculate speed-of-sound maps. This technique is not applicable in standard pulse/echo imaging. Therefore a speed-of-sound estimation technique based on the optimization of an image quality criterion evaluating the compound image is proposed. Different quality criteria as well as different approaches for global speed of sound and local speed of sound corrections are discussed. To keep the number of parameters to be estimated by the optimization low, a pre-segmentation of the images in different tissue types can precede the optimization. A comparison of image quality criteria as well as first results of the different techniques will be presented.

[1] Jago, J.R. and Whittingham, T.A.: A practical system for the application of ultrasound computed tomography to medical imaging. Proc. of Acoustic Sensing and Imaging, pp. 257-265, 1993.

Di. 13:20 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring I

**Monitoring Speech Quality in Telephone Networks: An Overview**Möller, Sebastian*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Monitoring speech quality in telephone networks is a two-step procedure. First, all data which are relevant for speech quality have to be measured during network operation. Then, models can be defined which calculate quality indices on the basis of the measurements. This talk will give an overview of monitoring approaches related to speech communication quality, which is one component of the quality of a service (QoS). Intrusively or non-intrusively measured data forms an input to different types of quality prediction models. Such models are based on the perceptively based comparison between input and output signals of the transmission line (instrumental comparative models, e.g. PESQ, TOSQA, PACE, etc.), or on empirically determined relations between network planning parameters and user quality judgements (network planning models, e.g. the E-model or SUBMOD). They produce an estimate for certain quality dimensions which depend on the type of input parameters taken into account by the measurements. Various combinations between input parameters and prediction models are discussed, and limitations of the available methods are pointed out.

Di. 13:45 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring I

**Speech Quality Evaluation in Telephone Networks**Ludwig, Thorsten*Institute for Circuits and System Theory, Faculty of Engineering, Christian-Albrechts-University of Kiel*

In-service, Non-intrusive Measurement Devices (INMD) estimate the perceived quality of a telephone link by extracting quality-defining criteria from the digital PCM-coded telephone signals. Typical quality-defining parameters are echo attenuation, echo delay, active speech level and noise level. But these parameters are not sufficient to give a good estimate of the perceived quality. This paper proposes approaches to measure additional characteristics of telephone links, e.g. comfort noise in DTX-systems or mobile communications. If the comfort noise is not matched to the real background noise in will be disturbing. The algorithm presented here samples frequency points of the background-noise spectrum throughout the duration of speech utterances, by making use of minimum statistics in frequency-tracks. These frequency points are compared to the noise in speech pauses in a statistical manner to evaluate differences and decide about the occurrence of comfort noise or fast changing background noise.

Di. 14:10 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring I

**Subjective assessment of time-varying speech quality**Gros, Laetitia*France Telecom R & D, Lannion*

New services of telecommunications like Internet or mobile telephony are characterised by time-varying speech quality. Although well suited to constant speech quality, standard methods do not take into consideration these quality fluctuations by presenting to listeners short speech samples of about 8 sec. In order to assess speech quality of unguaranteed QoS services, new methods and longer speech sequences including more realistic time-varying impairments are needed. A method of continuous judgement was used in order to study the impact of impairments variations on perceived quality at any instant. This method was associated with a standard procedure (ACR) for the assessment of the overall judgement (at the end of the sequence). With this double procedure, the overall quality score can be explained by the evolution of perceived quality during the sequence. A recency effect was found: the perceived overall quality was more influenced by a quality variation placed at the end of the sequence than by a similar quality variation placed at the beginning. Moreover, when only packet-losses impairments were introduced, the overall judgement was found to be similar in a conversational situation and in a listening one. So, the overall judgement is elaborated principally on the basis of time distribution of impairments weighted by memory processes, whatever the situation (passive or interactive). In effect, semantic and verbal contents of the speech were found to have only a weak impact on the quality judgement as well as attentional processes involved in a conversational situation.

Di. 14:35 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring I

**Akustische Interfaces: Einfluß auf die Sprachqualität moderner Kommunikationseinrichtungen**Gierlich, H.W., F. Kettler*HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Die Benutzerschnittstellen moderner Telekommunikationsterminals haben entscheidend Einfluß auf die Sprachqualität des gesamten Übertragungssystems. Aus akustischer Sicht müssen 3 wesentliche Kategorien unterschieden werden:

- Terminals mit Handapparaten (auch mobil),
- Terminals mit Headsets und
- Freisprecheinrichtungen.

Neben den speziellen Charakteristika dieser Einrichtungen müssen darüber hinaus die unterschiedlichen Einsatzgebiete (akustischen Randbedingungen) betrachtet werden. Hierzu ist es vielfach erforderlich, die entsprechenden akustischen Randbedingungen im Labor definiert nachzubilden.

Im Rahmen des Vortrags werden die verschiedenen Parameter, die Einfluß auf die Konversationsqualität haben, unter Berücksichtigung der akustischen Interfaces vorgestellt. Die verschiedenen Umgebungsbedingungen und ihr Einfluß auf die Sprachqualität des Gesamtsystems werden diskutiert.

Di. 15:00 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring I

### **Instrumental speech quality measures - principles and trends of international standardization activities**

Klaus, Harald, Dr. Jens Berger

*T-Systems Nova GmbH Berkorn, Berlin*

This contribution focuses on signal-based instrumental speech quality measures currently available on the market. In the first part, measurement principles and important quality aspects will be explained on typical measurement scenarios. The second part concentrates on current activities and trends within Study Group 12 of the ITU-T, the lead standardization body for measurement principles and methods.

Di. 13:20 Uhr Raum H 20

Fahrzeugaku. (Außengeräusche) I

### **Stand der Verkehrsgeräuschgesetzgebung in der EU und UNO**

Gerhard, Hans-Martin

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

Die Lärmemission von Fahrzeugen wird seit 1970 innerhalb der EU gesetzlich geregelt. Trotz Absenkung der Grenzwerte, nehmen die Klagen der Bevölkerung über Verkehrslärm zu.

Untersuchungen zeigen, daß die einstmals dominierenden Geräuschquellen durch andere abgelöst wurden, die nach dem heutigen Typprüfverfahren nicht repräsentativ für den städtischen Verkehr geprüft werden. Einer der wichtigsten Ansätze ist daher eine Revision dieses Prüfverfahrens.

Eine wichtige Erkenntnis ist dabei, daß ein moderner PKW bezüglich seines Antriebsgeräusches bereits ein sehr leises Fahrzeug ist und mittelfristig eine weitere Absenkung des Lärmpegels wenig sinnvoll erscheint. Das Hauptproblem ist heute der hohe Anteil des Reifen/Fahrbahngeräusches, wobei Nutzfahrzeuge noch zusätzlich in Beschleunigungssituationen noch einen deutlichen Anteil an Antriebsgeräuschen aufweisen. Ein weiteres Problem stellen Motorräder mit nicht

typgeprüften Abgasanlagen dar, die mit zu den Spitzenreitern in der Lärmemission zählen.

Die Vorschläge für Typprüfverfahren unterscheiden sich nach Fahrzeugkategorien. Für die PKWs werden Verfahren diskutiert, die genauer den urbanen Teillastbetrieb abbilden, um so eine repräsentative Verteilung der Teilschallquellen zu erhalten. Für die schweren Nutzfahrzeuge wird weiterhin von einem Vollasttest ausgegangen, wobei nun die realen Drehzahlbedingungen berücksichtigt werden. Eine Zwitterstellung nehmen leichte Nutzfahrzeuge ein, die sich in ihrem Fahrverhalten eher wie PKW verhalten. Für die Motorräder wird vorrangig die Frage diskutiert, wie der Betrieb nicht lizenzierter Abgasanlagen einzuschränken ist.

Trotz aller Bemühungen zur weiteren Einschränkung der Lärmemission von Fahrzeugen, kann damit alleine kein leiser Verkehr sichergestellt werden kann. Dazu ist eine integrierte Betrachtung aller Einflußparameter notwendig, die neben Antrieb, Reifen und Fahrbahn auch Verkehrslenkung, Städteplanung, Verkehrserziehung aber auch Verkehrssicherheit umfasst.

Di. 14:10 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Außengeräusche) I

### **Semantisches Differential versus psychoakustische Empfindungsgrößen bei Außenstandgeräuschen von Fahrzeugen der oberen Mittelklasse**

Patsouras, Christine\*; Filippou, Thomas\*; Fastl, Hugo\*; Patsouras, Dimitrios\*\*; Pfaffelhuber, Klaus\*\*

\* AG Technische Akustik, MMK, TU München \*\* FAIST Automotive GmbH & Co. KG, Krumbach

In einer früheren Arbeit [Psychoacoustic sensation magnitudes and sound quality ratings of upper middleclass cars' idling noise, ICA 2001] wurden die Außenstandgeräusche von verschiedenen Fahrzeugen der oberen Mittelklasse bezüglich ihrer psychoakustischen Empfindungsgrößen Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, Schwankungsstärke und Geräuschqualität untersucht. Die Geräusche umfaßten ein mit Benzin angetriebenes Fahrzeug, vier mit Diesel angetriebene Fahrzeuge unterschiedlicher Hersteller und drei unterschiedliche Motoreinstellungen eines bestimmten Diesel angetriebenen Fahrzeugs. Diese Geräusche wurden in der vorliegenden Arbeit mittels der Meßmethode des Semantischen Differentials untersucht. Anhand einer Faktorenanalyse wurden die Adjektivpaare zu Clustern zusammengefaßt. Die Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der psychoakustischen Empfindungsgrößen einerseits und denen passender Adjektivpaare des Semantischen Differentials andererseits werden diskutiert.

---

Di. 14:35 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Außengeräusche) I

---

## **Aerodynamische Schallquellen und ihr Beitrag zum Fahrzeugaußengeräusch**

Helfer, Martin

*Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart*

Es ist allgemein bekannt, dass bei niedrigen Fahrzeuggeschwindigkeiten und hohen Motordrehmomenten das Antriebsgeräusch die dominierende Schallquelle am Kraftfahrzeug darstellt und dass dem Reifen-Fahrbahn-Geräusch bei höheren Geschwindigkeiten die größte Bedeutung beigemessen werden muss. Weniger bekannt ist, dass das Umströmungsgeräusch von Fahrzeugen bei Autobahngeschwindigkeiten oft die lauteste Schallquelle darstellt.

Messungen in aeroakustischen Windkanälen mit Hilfe akustischer Holographie und anderer Methoden zeigen, dass an der Fahrzeugoberfläche eine Vielzahl von aeroakustischen Quellen wirksam sind, deren Bedeutung sich über der Frequenz verändert. Die Leistung dieser Schallquellen nimmt mit der 6. Potenz der Anströmgeschwindigkeit zu, während das Reifen-Fahrbahn-Geräusch nur mit der 3. bis 4. Potenz der Fahrgeschwindigkeit ansteigt.

Dies bedeutet, dass für einige Fahrzeugtypen der A-bewertete Schalldruckpegel schon ab 80 km/h von aeroakustischen Quellen dominiert wird. Neue Untersuchungen zeigen sogar, dass im Falle von Auswertungen im Frequenzbereich die Spektren schon bei noch niedrigeren Geschwindigkeiten von Umströmungslärm beeinflusst sein können.

---

Di. 15:00 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Außengeräusche) I

---

## **Das Ansaugmündungsgeräusch in Bezug auf die Lärm-Gesetzgebung**

Wenzel, Wolfgang; Alex, Matthias

*MANN+HUMMEL GMBH*

Das Ansaugmündungsgeräusch ist eine der relevanten Geräuschquellen eines Kraftfahrzeugs, das einen erheblichen Einfluss auf das Außen-geräusch hat. Deshalb war die Entwicklung eines Ansaugsystems und seine akustische Auslegung als Ansauggeräuschdämpfer immer durch die aktuelle Gesetzgebung bestimmt. Die Auslegung des Ansaugsystem ist ein Kompromiss zwischen Kriterien wie Filtrationsleistung, geringem Druckverluste im System und dem Mündungsgeräuschpegel. Eine Änderung der Gesetzgebung beeinflusst damit auch in starkem Maße die Entwicklung von Ansaugsystemen. Momentan werden verschiedene Gesetzesänderungen diskutiert, wobei zukünftig die Lärmbelastung

durch den Stadtverkehr in der Prozedur besonders berücksichtigt werden soll. Der Vortrag zeigt, welche Bedeutung diese möglichen Gesetzesänderungen auf die akustische Auslegung des Mündungsgeräusches hat. Bisher war in erster Linie der Vollastzustand ausschlaggebend für die Entwicklung. Um die Fahrzustände im Stadtverkehr für gesetzliche Grenzwerte zu berücksichtigen, werden Testprozeduren diskutiert, die Teillastzustände beinhalten. Im Hinblick darauf sind Ansaugsysteme gefordert, die in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Motors die optimale Geräuschbeeinflussung bei minimalem Druckverlust bieten. Es werden unterschiedliche Ansätze gezeigt, wie die neuen Randbedingungen in die Entwicklung des Ansaugsystems einfließen könnten. Adaptive und aktive Lösungen werden verstärkt integriert. Z.B. können mit Hilfe von Klappen der Mündungsquerschnitt an Betriebszustand des Motors angepasst werden. Dies bietet die Möglichkeit jederzeit den optimalen Durchfluss im System zu gewährleisten, gleichzeitig aber den akustisch relevanten Querschnitt so gering wie möglich zu halten. Anhand von Fahrzeug- und Motormessungen konnten die Vorteile solcher Systeme verdeutlicht werden. Damit wird deutlich, dass mit Hilfe adaptiver und aktiver Maßnahmen die zukünftigen Anforderungen an das akustische Verhalten von Ansaugsystemen erfüllt werden.

Di. 13:20 Uhr Raum H 70

Virtuelle Akustik

### **Realisierung eines Echtzeit-Systems zur Nachführung der Übersprechkompensation für einen bewegten Zuhörer.**

Lentz, Tobias, Oliver Schmitz*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Ausgangspunkt stellt das Verfahren der statischen Übersprechkompensation dar. Nachteil dieses Verfahrens ist bekanntermaßen, dass die Kompensation auf einen Punkt beschränkt ist. Ziel dieser Arbeit ist es, die Wiedergabe binauraler Signale über Lautsprecher für einen bewegten Zuhörer zu ermöglichen. Eine Bewegung des Zuhörers erfordert, die Kompensationsfilter, abhängig von der Kopfposition, nachzuführen. Dabei sollen die benötigten Filter erst zur Laufzeit des Programms berechnet werden. Als Grundlage dient eine Datenbank, aus der anhand der Positionsdaten des Zuhörers die notwendigen HRTFs für die Berechnung der Kompensationsfilter ausgewählt werden. An die HRTFs werden dabei hohe Anforderungen bezüglich der exakten Einhaltung des Laufzeitbezuges gestellt. Die Erstellung der Datenbank ist daher ein zentraler Punkt für die Realisierung des gesamten Systems. Die Berechnung der Kompensationsfilter, die Auswertung der Kopfposition und die eigentliche Signalverarbeitung geschieht auf einem Standard-PC-System. Zusätzlich hat man die Möglichkeit, beliebige Monosignale binaural im Raum zu platzieren. Die durchgeführten Hörtests haben

gezeigt, dass die dynamische Übersprechkompensation in einer reflexionsarmen Testumgebung mit zwei Lautsprechern sehr vielversprechend ist. Eine Bewegung des Zuhörers ist in einem Bereich von ca. einem Quadratmeter, die Drehung des Kopfes innerhalb des von den Lautsprechern aufgespannten Winkels möglich, wobei die Wiedergabequalität sehr hoch ist.

Di. 13:45 Uhr Raum H 70

Virtuelle Akustik

### **3-D Audio in mobilen Kommunikationsendgeräten**

Pörschmann, Christoph

*Siemens AG Bocholt*

Mobile Kommunikationsendgeräte wandeln sich immer mehr von reinen Kommunikationsmitteln zu mobilen Multimediaplattformen für unterschiedliche Anwendungen. Derzeit existieren bereits verschiedene Mobiltelefone, die zur Wiedergabe von Musik über Kopfhörer mit einem MP3-Player ausgestattet sind. Das Herunterladen und Abspielen von Audio- und Videodateien über das Mobiltelefon wird als eine wichtige Anwendung für die kommenden Generationen von UMTS-Telefonen betrachtet. Um die Darbietungsqualität der von einem mobilen Kommunikationsendgerät wiedergegebenen Audiosignale zu steigern, kann die beidohrige Wiedergabe von Audiosignalen über Kopfhörer z.B. dazu eingesetzt werden, den Benutzer in eine auditive virtuelle Umgebung zu versetzen. Dazu sollte eine Außerkopffokalisation der Schallquellen sowie eine adäquate Berücksichtigung von Reflexionen und Nachhall gewährleistet werden. Dadurch kann nicht nur die Qualität der Musikdarbietung über Kopfhörer verbessert werden, sondern es lassen sich auch andere Anwendungen verbessern, wie etwa Telekonferenzsysteme, bei denen dem Benutzer der Eindruck vermittelt wird, dass er sich mit seinen Gesprächspartnern in einem Konferenzraum befindet. Es kann in Abhängigkeit von den verfügbaren Signalverarbeitungsressourcen auf unterschiedlich aufwendige Lösungen zur Erzeugung der auditiven virtuellen Umgebung zurückgegriffen werden. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit die Verarbeitung der Audiosignale in Echtzeit ausgeführt werden muss, ob sie komplett in dem mobilen Kommunikationsendgerät erfolgen muss und ob auf zusätzliche Sensorik (z.B. Kopforientierungsmessung) zurückgegriffen werden kann. Im Rahmen des Vortrages werden mögliche Technologien zur Erzeugung von 3-D Audio vorgestellt, die zum Einsatz in zukünftigen Generationen mobiler Kommunikationsendgeräte geeignet sind. Weiterhin wird darauf eingegangen, welche neuen Applikationen mit Hilfe eines solchen Systems ermöglicht werden und auf welche Weise sie realisiert werden können.

Di. 14:10 Uhr Raum H 70

Virtuelle Akustik

**Auswahl und Tuning von HRTFs**Silzle, Andreas*TC Electronic*

Ziel der im Folgenden beschriebenen Arbeit war es, eine sehr hochwertige fünfkanalige Audiowiedergabe über Kopfhörer zu implementieren. Es war eine ausgezeichnete Außerkopfklokalisierung für alle Richtungen gefordert - einschließlich der kritischen Frontalposition. Es sollte die geringstmögliche zusätzliche Klangverfärbung dem Originalsignal hinzugefügt werden. Für eine solche hochwertige Tonwiedergabe sind die Qualität der HRTFs und IPTFs entscheidend. Pilothörversuche zeigten, daß auch unter einer größeren Anzahl von an Menschen und Kunstköpfen gemessenen HRTFs kein Satz war, der dem Qualitätsanspruch gerecht werden konnte. Die Frontalposition war entweder in der Lokalisation angehoben oder komplett undefiniert. Die Klangverfärbung - auch mit den richtigen IPTFs - war deutlich über dem für diese Applikation Akzeptierten. Es wurde eine Auswahl unter einer sehr großen Anzahl von HRTF-Sätzen (62) und IPTFs (>200) vorgenommen. Im zweiten Schritt wurden diese optimiert. Beide Schritte wurden von einer perzeptuellen Sichtweise geleitet. Was gut klingt, ist richtig. In diesem aufwendigen und langwierigen Tuning-Prozess wurden u.a. benutzt: verschiedene Glättungen, Minimumphasenberechnung, Parametrischer EQ mit individuellen Einstellungen für jede Richtung und selbst für den linken und rechten Teil der HRTFs. Wichtig für diesen Tuning-Prozess war es, alle Parameter in Echtzeit ändern zu können und eine größere Anzahl unterschiedlichster Tonsignale zu benutzen. Die Ergebnisse wurden abschließend mit einem Hörversuch verifiziert.

Di. 14:35 Uhr Raum H 70

Virtuelle Akustik

**Verwendung von gemessenen Raumimpulsantworten in der Postproduktion von 5.1-Filmtönen**Turnwald, Andreas, Dieter Leckschat*Fachhochschule Düsseldorf*

Die Verfügbarkeit von Geräten zur künstlichen Verhallung, welche die Möglichkeit bieten, mehrkanalige, am Aufnahmeort gemessene Raumimpulsantworten (RIA) in der Ton-Nachbearbeitung eines Films zu verwenden, wurde im Rahmen eines Filmprojekts dazu genutzt, diese neuen technologischen Möglichkeiten mit der konventionellen Technik zu vergleichen. Es wurden mit unterschiedlichen Surround-Mikrofonanordnungen 'on location' fünfkanalige RIAs gemessen. Bei der Postproduktion wurden die Synchronsignale mit Hilfe von Faltungsprozessoren verhallt. Der Beitrag berichtet über die Praktikabilität des

Verfahrens, was die Erfassung der benötigten RIAs angeht. Ferner wird über das Vergleichshören berichtet, das klären sollte, inwieweit mit dieser Methode ein gesteigerter Realismus und damit verbunden ein höherer emotionaler Wert einer Filmproduktion erreicht werden kann. Dabei müssen die verschiedenen Abhörbedingungen mit berücksichtigt werden.

Di. 15:00 Uhr Raum H 70

Virtuelle Akustik

### **Zur Wahrnehmung von Synchronität bei auditiv-taktil dargebotenen Stimuli**

Altinsoy\*, M. E., Blauert\*, J., Treier\*\*, C.

\* *Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*, \*\* *Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum*

Ziel ist es, ein besseres Verständnis der Integration von akustischer und taktiler Information zu gewinnen und die neuen Erkenntnisse in Virtuellen Auditiven Umgebungen anwenden zu können. Dabei ist insbesondere hinsichtlich der Synchronität notwendig, spezifizieren zu können, welche Kriterien in Bezug auf zeitliche Faktoren getroffen werden müssen. Ein Experiment zur Untersuchung von Wahrnehmungsaspekten der zeitlichen Faktoren wurde in einer Virtuellen Auditiven Umgebung durchgeführt. In diesem Experiment wurde ein Audio-Stimulus über einen Kopfhörer und ein taktiler Stimulus in einem Schwingungsprüfstand dargeboten. Dabei wurde die zeitliche Verzögerung bestimmt, mit der beide Signale dargeboten werden konnten ohne dass die Versuchspersonen eine Asynchronität wahrnehmen konnten, wenn beide Stimuli zeitversetzt dargeboten wurden. Hierzu wurden zwei verschiedene Stimuluspaare, ein künstliches und ein natürliches, benutzt. Für das künstliche Stimuluspaar wurden Breitbandrauschimpulse, für das natürliche Stimuluspaar Aufnahmen im Kraftfahrzeug (Fahrt über Huckel) verwendet. In einem „forced choice“-Experiment musste die Versuchsperson beurteilen, welches der beiden (auditiv und taktil) Stimuli zuerst angeboten wurde. Die Ergebnisse der Untersuchung werden vorgestellt und diskutiert.

Di. 13:H 20 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics I

**The Polish Version of the APHAB\* Method**

Sworek, K., A. Furmann, E. Hojan

*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland*

The Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit (APHAB) is a self-assessment scale which can be used for quantifying the disability associated with a hearing loss and the reduction of disability associated with a hearing aid. The original English of the APHAB was directly translated into Polish and administered to sixty-six native Polish speaking young adults. Significant differences were noted between the normative data for the English and Polish versions.

Di. 13:45 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics I

**Binaural perception of two tone complexes**

Ozimek, E., J. Konieczny

*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland*

The beatings of two-tone complexes perceived binaurally were measured in several diotic experiments. Two successive stimuli were presented in a random order on each trial of the run: the target (two tone-complexes with determined amplitude ratio and frequency separation of the beating components) and the AM signal being a reference one. The modulation depth of AM signal was matched to the target according to the one-up and one-down adaptive procedure in order to measure the dynamic range of the beatings. Measurements were made for chosen amplitude ratios and frequencies of beating components. For comparison, beat measurements for monaural two-tone complexes were also measured.

Di. 14:10 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics I

**The effect of sharpness on the subjective evaluation loudness of sounds**Furmann, Anna*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland*

The subjective loudness of the spectrum envelopes of eleven experimental steady state real sounds was evaluated using the psychoacoustics method of adjustments. Subjects were required to match the subjective loudness of each of the experimental spectra to the spectrum envelope of a known white noise. The subjective loudness determinations were compared with loudness calculations according to three models prepared by Stevens, Zwicker and Moore respectively. It was expected that the subjective loudness values would match the predicted loudness from the calculations. For all but some of the sound spectra the subjective and calculated loudness determinations matched. For some of the spectra, however, there was a large difference. In order to explore the reason for the mismatch of the some spectra, Auers' approach to determination of the sharpness of spectra was conducted. It was found that the some mismatched spectra had sharpness indicates larger than other spectra. It was concluded that the sharpness of the sounds was a factor in the subjective determination of loudness. The possibility of the change the subject's estimation of loudness of real steady sounds by the physical measurement has been tested in this paper. The Zwicker's, Steven's and Moore's models of loudness perception have been tested in psychoacoustic experiments adjustment loudness. Loudness of 11 real steady sounds with different envelope of spectrum has been tested. Task of subjects was to equal loudness sounds in pairs. Loudness of the each tested sound was adjustment to loudness of the standard sound. The subjective equal loudness sounds had evaluation loudness by use three models perception of loudness. Results of measurements show that subjective equal loudness sounds with high sharpness had much less loudness evaluated by the physical measurement than standard sound with low sharpness. It show, that about subjective loudness of real sounds decided no only their loudness but their timbre too and especially their sharpness. It means the effect of sharpness on the subjective evaluation loudness of sounds is taken consideration in the models of loudness perception too weak.

Di. 14:35 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics I

**Experimental methods of dead regions determination in the cochlea**

Skrodzka, Ewa, Aleksander Sek

*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland*

Hearing impairment is often associated with damage to the hair cells in the cochlea. Complete loss of inner hair cells over a certain region of the cochlea is called a „dead region“. This region can be defined in terms of the range of characteristic frequencies of the inner hair cells and/or neurons immediately adjacent to the dead region. It is difficult to diagnose dead regions taking into account audiograms only. Up to now two different methods of dead regions diagnosis have been developed: measurements of psychophysical tuning curves (PTCs) and the threshold-equalizing noise (TEN) method. The first one is time consuming but very accurate one while the second method is fast but sometimes gives ambiguous results. In this paper another method of the dead region diagnosis is proposed. This method is based on the PTCs measurements by means of a noise band whose central frequency changes gradually in time over a certain region. The method is a compromise between PTCs and TEN method and it is as fast as the TEN method. It also gives as accurate results as the PTCs measurements do.

Di. 15:00 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics I

**Physical and perceptual aspects of FM signal propagating in a room**

Rutkowski, L., E. Ozimek, A. Wicher

*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland*

Interaural differences in frequency deviation of frequency modulated (FM) signals propagating in rooms with different acoustic characteristics were studied. Measurements were made in different room locations using a dummy head. Different carrier and modulation frequencies were used in the experiment. The physical results showed that interaural differences in frequency deviation of the FM signals depended on room reverberation time, the measurement points and the modulation frequencies. These physical measurements referred to the binaural difference limens (thresholds) of frequency deviation of FM signals exceeded for selected measurement points those thresholds.

Di. 13:H 20 Uhr Raum H 40

Belästigung I

**Wenn Soundscapes die Belästigung durch Schall beeinflussen**

Schulte-Fortkamp, Brigitte (1), Beat Hohmann (2)

*(1) Institut für Technische Akustik -TU-Berlin (2) Schweizerische Unfallversicherungsanstalt-SUVA Luzern*

In Untersuchungen über die Wirkung, Bewertung und Beurteilung von Umweltgeräuschen zeigt sich immer wieder, dass neben der Einzelgeräuschbeurteilung andere Bewertungsmuster eine Rolle spielen. Es ist weiterhin ungeklärt, welche Geräusche bei synergetischem Geräuschaufkommen vorrangig bewertet werden; auch bleiben die Kriterien, die für die Beurteilung entscheidend sind, weitgehend verdeckt. In narrativen Interviews werden z. B. häufig typische Geräuschgestalten genannt, die durch ihr Einwirken über eine bestimmte Zeit verbunden mit einer spezifischen akustischen Struktur unerwünschte Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Es erscheint sinnvoll sich auf drei unterschiedliche Ebenen zu beziehen: auf - die Realität der in den verschiedenen Wohnlagen lebenden Personen und ihrer subjektiven Lebenswelt  
- die extern sowie standardisiert erfassten Schallimmissionen sowie  
- die konstituierte Wirklichkeit der soziokulturellen Prozesse und Sinnzusammenhänge.

Die Kombination sozio- und psychoakustischer Methoden kann direkte Zusammenhänge von subjektivem Sinnverstehen und subjektiver Wahrnehmung einerseits und von Beurteilungen und Charakterisierungen akustischer Ereignisse andererseits bis hin zur detaillierten Analyse psychoakustischer Parameter und Schallimmissionen aufklären. Analysen solcher Geräuschereignisse wie z.B. Straßenverkehrsgeräusche, Zugvorbeifahrten, und Überflüge erschließen ein Spektrum möglicher subjektiver Wahrnehmungen, Reaktionen und Beurteilungen im Kontext von Soundscapes. Die Diskussion um Soundscapes öffnet das Forum für neue transdisziplinäre Forschungsprozesse, die in ihren Fokus die Betroffenen mit einbeziehen als Informanten über die Bewertung von Lebensraum und Schallquellen, die sich wiederum im Wechselspiel von visuellem und akustischem Impakt definieren.

Di. 13:45 Uhr Raum H 40

Belästigung I

**Offset für eine Soundscape-Evaluation**Bauers, Roland, Schulte-Fortkamp, Brigitte*Institut für Technische Akustik, TU-Berlin*

In einem Feldversuch zur Evaluation von Soundscapes sollten die Einflussfaktoren auf die Lautstärke von Verkehrslärm untersucht werden. Hierzu wurde die Schlossstrasse in Berlin (Charlottenburg) ausgewählt, die sich in fünf Soundscapes unterteilen lässt. Kriterium für die Differenzierung war das jeweilige Straßenbild. Die Schlossstrasse wird an den Enden durch Hauptverkehrsstrassen begrenzt. Im mittleren Teil der Strasse ändert sich der Straßenverlauf, die Fahrspuren werden durch eine parkähnliche Grünanlage getrennt, der Straßenbelag ändert sich. An fünf Punkten wurden Messungen vorgenommen: Pegelmessung, DAT-Aufnahmen, Fotodokumentation, Bewertung der Lautstärke mit Rohmannskala, sowie Kommentare der beteiligten Personen, Beschreibung der Wohnumgebung. Dargestellt werden Möglichkeiten zu einer detaillierten Erfassung von Soundscapes. Diskutiert werden die Ergebnisse der Evaluation im Hinblick auf ein innovatives Forschungsdesign im Kontext der Lärmwirkungsforschung.

Di. 14:10 Uhr Raum H 40

Belästigung I

**Stadtgeräusche - Probleme des Freizeitlärms**Hüttenmoser, Cornelia*Oliva & Co*

Ziel ist es, Ergebnisse aus der Schallbelastungsforschung im Problem-bereich des Freizeitlärms (Konzerte) einer Schweizerischen Stadt der Diskussion zu unterbreiten. Die Herangehensweise der Erforschung der sozio-kulturellen Wirklichkeit erlaubt es, die empirische Gültigkeit und Zuverlässigkeit mit den Mitteln praktischer Sozialforschung - hier der systematischen Befragung in den Jahren 1995 und 1999 - mit Aussagen zu Nutzungskonflikten in städtischen Aktionsräumen zu bestätigen, intersubjektiv zu überprüfen und somit der Kritik öffnen. Die soziale Differenzierung führt zu einer räumlichen Differenzierung, die aufgrund ihrer sozialen Bewertung die soziale Ungleichheit zu einer räumlichen Ungleichheit werden lässt. Diese Aussage der sozialökologischen Forschungstradition erlaubt es, den Nutzungskonflikt - Konzerte in dicht besiedelten Gebieten - als gesellschaftliches Phänomen zu reflektieren. Nutzungskonflikte oder konfligierende Ziele der sozialen und räumlichen Organisation richten sich an übergeordneten Zielen aus, damit die

behördlichen Entscheidungskompetenzen der entsprechenden Verfahren der Planung der sozialen Kontrolle unterworfen werden. Die räumliche Konzentration von Aktivitäten mit der nachfolgenden Ausdifferenzierung einer neuen Machtkonzentration weisen auf einen Strukturwandel im gesellschaftlichen System - hier im städtischen Wohnquartier - hin. Die Struktur des städtischen Wohnquartiers ist gekennzeichnet durch soziale Beziehungen, zeitliche und regelmässige Aktivitäten und eine regelhafte Verteilung von Nutzungen und Gelegenheiten über Räume oder Flächen. Die Ausdifferenzierung der institutionellen Ordnung erreicht die Ziel- und Zweckgerichtetheit. Verändern sich Aktivitätsmuster und Normen in städtischen Wohnquartieren und wird dabei eine neue Nutzung des akustischen Raumes erfasst, dann kann eine lokale Überschichtung durch neue Geräuschformen beobachtet werden. Jedoch kann eine neue Geräuschstruktur nur durch Überschichtung der alten Geräuschstruktur entstehen: Es wird eine Asymmetrie der Determinierung des Verhaltens postuliert.

Di. 14:35 Uhr Raum H 40

Belästigung I

### **Einstellungsmessung ohne Fragebogen: Ein neuartiges Verfahren zur Messung von Einstellungen in der Lärmwirkungsforschung**

Höger, Rainer

*ZEUS GmbH, Zentrum für angewandte Psychologie, Umwelt- und Sozialforschung*

Ein wesentliches Kriterium zur Abschätzung der Wirkungen von Schallbelastungen durch Verkehrslärm ist das der Belästigung. Neben dem Schallpegel determinieren eine Reihe psychologischer Faktoren wie die Einstellungen zum Lärm, zur Lärmquelle und zum Verursacher das individuelle Belästigungserleben. Das klassische Verfahren zur Messung von Einstellungen besteht in der Anwendung eines entsprechend konstruierten Fragebogens. Dabei können eine Reihe von Problemen auftreten, die der Intention des Forschenden - die „wahren“ Einstellungen meßtechnisch möglichst fehlerfrei abzubilden - zuwiderlaufen. Hierzu gehören Antwortverzerrungen des Probanden, Antworten im Sinne sozialer Erwünschtheit oder Extremisierungen mit dem Ziel, (umwelt-)politische Inhalte über ein spezifisches Antwortmuster im Fragebogen explizit zum Ausdruck zu bringen. In der psychologischen Forschung hat sich seit kurzem eine neuartige Methode etabliert, mit der Einstellungen über ein reaktionszeitbasiertes Verfahren gemessen werden. Es handelt sich hierbei um den sog. Implicit Association

Test (IAT), bei dem die Zugehörigkeit von Bewertungen zu Einstellungsobjekten aus Reaktionszeitverteilungen erschlossen werden. Fehlerquellen der oben dargestellten Art werden durch die Anwendung dieses Verfahrens vermieden. Am Beispiel der Messungen von Einstellungen zu Straßenverkehrslärm und Fluglärm wird der IAT vorgestellt. Es wird gezeigt, wie sich mit Hilfe dieses Verfahrens die Bewertungskomponente von Einstellungen quantifizieren läßt. Weitere Anwendungen im Bereich der Lärmwirkungsforschung werden diskutiert.

Di. 15:00 Uhr Raum H 40

Belästigung I

### **Beeinflussung der alltäglichen Geräuschlandschaft durch Änderung von An- und Abflugverfahren in der Umgebung des Flughafens Zürich - Auswertung der Schweizerischen Fluglärmstudie 2000**

Oliva, Carl

*Oliva & Co. Schaffhauserstr. 315, Postfach 8885, CH-8050 Zürich-Oerlikon*

In der Lärmwirkungsforschung besteht Unsicherheit darüber, wie sich der Wandel einer Geräuschkulisse (Zu- oder Abnahme der Schallbelastung) in der wahrgenommenen Störung (annoyance) niederschlägt. Die Forschung hat sich u.a. auf die Frage konzentriert, ob Personen, die eine Verstärkung in der Geräuschimmission erfahren „überreagieren“ oder nicht. Umgekehrt wird auch die Frage untersucht, inwiefern Personen, die eine Verminderung der Geräuschbelastung erfahren, trotzdem an der Erfahrung der hohen Schallbelastung festhalten, wenn es um die Darlegung der wahrgenommenen Störung handelt. In Anbetracht der vorliegenden, teilweise widersprüchlichen, Ergebnisse gelangt man leicht zum Schluss, dass diese Frage noch nicht eingehend untersucht worden ist. Der vorliegende Beitrag stützt sich auf eine Datenerhebung im Sommer 2000 in der Umgebung des Flughafens Zürich (N = 800), in der die Wirkung einer grundlegenden Veränderung der Routenführung der An- und Abflugwege untersucht worden ist. Dabei wurde untersucht, welchen Beitrag die Wechselwirkung zwischen der ortsüblichen Geräuschkulisse und die Erfahrung der Neubelastung bzw. der Entlastung auf die wahrgenommene Lästigkeit hat.

Di. 13:20 Uhr Raum H 60

Lärm (Aero-Akustik) I

**Application of Aero-Acoustic Analogy to Industrial problems**Hachemi, Zoubida, Massimiliano Piccirillo Michel Tournour, Pierre Guisset*LMS International, Noise & Vibration CAE unit, Leuven*

Flow-induced noise and vibration occur in many engineering applications and constitutes one of the most diverse areas, incorporating many other narrower disciplines: fluid mechanics, structural dynamics, vibration, acoustics and statistics. However, the state-of-the-art technologies do not provide satisfactory solutions to predict such phenomena. To address this need, LMS International is currently extending his world-leading vibro-acoustic software SYSNOISE and developing efficient tools to predict flow-induced noise in different sectors (automotive, aeronautics, aerospace...). The methodology is based on the Aero-Acoustic Analogy that replaces disturbed flows interacting with stationary or moving bodies with an equivalent problem where „equivalent Aero-Acoustic Sources“ are radiating in a medium at rest. Therefore, the flow is solved first, using Computational Fluid Dynamics (CFD) methods, next Aero-Acoustic sources are defined, using the flow data, and the flow noise is computed. In this paper, the methodology is explained and some equations are recalled. Next a coupling of the CFD with the Acoustics is performed within an idealised industrial test case and the results are presented and discussed. Finally a comparison of the numerical results with the measurements is achieved with the objective of demonstrating the accuracy of the methodology and validating the aero-acoustic software.

Di. 13:45 Uhr Raum H 60

Lärm (Aero-Akustik) I

**Aktive Beeinflussung des Drehklangs axialer Turbomaschinen**Schulz, Jan, Wolfgang Neise, Michael Möser*Technische Universität Berlin, Sonderforschungsbereich 557*

Das vorliegende Projekt zielt auf die Reduzierung des Drehklangs axialer Strömungsmaschinen mit Hilfe aktiver Maßnahmen. Im Unterschied zu den üblichen Verfahren der aktiven Geräuschkürzung werden hier jedoch keine Lautsprecher als sekundäre Schallquellen verwendet, sondern aeroakustische Quellen direkt im Rotor, die durch gezielte Beeinflussung der Strömung im Bereich der Schaufelspitzen erzeugt werden. Dies geschieht beispielsweise durch zeitlich konstantes oder dynamisches Einblasen von Luft sowie durch in die Gehäusewand integrierte Piezo-Elemente im Bereich des Kopfspaltes. Die Phasenlage der Antischallquellen kann so eingestellt werden, dass die davon abgestrahlten

sekundären Schallwellen phasenversetzt zu den primären sind und sich in der Summe eine Minderung des Drehklangpegels ergibt.

Bei der DAGA 2001 wurden Grundlagenuntersuchungen für die Beeinflussung mittels Einblasen vorgestellt. Bei dem Versuchsaufbau erfolgt die Schallausbreitung im Kanal überwiegend in Form ebener Wellen. Für diesen Fall wurden in weiterführenden Experimenten Piezo-Elemente als Aktuatoren verwendet, die entweder wandbündig oder radial aus der Wand hervorstehend vor dem Laufrad eingebaut waren. Es wurde die Umfangsposition und auch die axiale Lage der Aktuatoren variiert. In ersten Versuchen mit rotorsynchroner Ansteuerung der Aktuatoren konnte der Blattfolgefrequenzpegel um bis zu 5 dB verringert werden.

Weiterhin wird über Experimente mit statischem Einblasen von Luft in die Umströmung der Laufradspitzen bei hohen Drehzahlen berichtet. Der Versuchsaufbau wurde modifiziert und im Unterschied zu den früheren Experimenten liegt hierbei das Hauptaugenmerk auf der Beeinflussung von Kanalmoden höherer Umfangsordnung. In den Versuchen gelang eine Reduzierung des Blattfolgefrequenzpegels um bis zu 12 dB. Das Projekt wird im Rahmen des DFG-Sonderforschungsbereiches 557 „Beeinflussung komplexer turbulenter Scherströmungen“ gefördert.

Di. 14:10 Uhr Raum H 60

Lärm (Aero-Akustik) I

## **Aktive Beeinflussung des Blattspitzenwirbellärms axialer Turbomaschinen**

Neuhaus, Lars, Wolfgang Neise

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Antriebstechnik, Abteilung Turbulenzforschung, Berlin*

Bei ummantelten axialen Strömungsmaschinen befindet sich ein radialer Spalt zwischen den rotierenden Schaufelspitzen und dem feststehenden Gehäuse. Die Druckdifferenz zwischen Saug- und Druckseite der Laufradschaufeln verursacht eine Überströmung der Schaufelspitzen, die sich negativ auf das aerodynamische und akustische Verhalten der Maschine auswirkt: Druckerhöhung und Wirkungsgrad sinken, die Geräuschemission steigt und der nutzbare Bereich der aerodynamischen Kennlinie wird verkleinert, weil die bei zunehmender Drosselung auftretenden Strömungsablösungen im rotierenden Schaufelgitter früher einsetzen. Bei großen Kopfspaltweiten tritt eine breitbandige Geräuschkomponente in der Nähe der halben Blattpassierfrequenz in den in den Wanddruckschwankungen der Rotorblättern auf. Die Quelle, rotierende Instabilität genannt, strahlt ins Fernfeld als Blattspitzenwirbellärm ab. In früheren Arbeiten ist es gelungen, durch das Einbringen eines Turbulenzerzeugers in den Kopfspalt, den Blattspitzenwirbellärm zu unterdrücken und das Kennfeld des Ventilators zu erweitern. Der

mit dem Turbulenzerzeuger erzielte Effekt wird hier aktiv und ohne Einbauten im Kopfspalt erzeugt, um wechselnden Betriebsbedingungen (Änderungen der Spaltweite als Folge von Schaufelverstellung, thermischen oder Fliehkraftbeanspruchungen, u.s.w.) gerecht zu werden. Als Beeinflussungsmethode wird hier das stationäre und gepulste Einblasen von Druckluft in den Kopfspalt des Ventilators gewählt. Die Druckluft wird unmittelbar stromauf des Laufrades über Schlitzdüsen eingeblasen. Dadurch ist es gelungen, den Blattspitzenwirbellärm vollständig zu unterdrücken und gleichzeitig die aerodynamischen Eigenschaften zu verbessern. Druckerhöhung und Wirkungsgrad können für niedrige Lieferzahlen erhöht werden. Der nutzbare Bereich der Kennlinie kann durch das Verschieben des Abrisspunktes der Strömung zu kleineren Lieferzahlen erweitert werden.

Di. 14:35 Uhr Raum H 60

Lärm (Aero-Akustik) I

### **Numerische und experimentelle Bestimmung aeroakustischer Quellgrößen (am Beispiel der turbulenten Umströmung einer ebenen, dünnen Platte)**

Kalitzin, Nikolai, Andreas Zeibig

*Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden*

Eine direkte numerische Berechnung der Schallerzeugung durch die Umströmung von kompliziert geformten Körpern ist derzeit nicht möglich bzw. sehr aufwendig. Deshalb wird in dieser Untersuchung ein etwas anderer, mehrstufiger Lösungsansatz verfolgt.

In einem ersten Schritt liefert ein RANS - Löser des DLR Braunschweig die zeitgemittelte Strömung, gemittelte Turbulenzdaten wie die kinetische Turbulenzenergie und die Dissipationsrate der Turbulenz.

Daraus wird in einem zweiten Rechenschritt entsprechend dem in Frankreich entwickelten stochastischen Lärmgenerierungs- und -abstrahlungsmodell (SNGR) ein akustischer Quellterm für die linearisierten Eulergleichungen generiert.

Dieser Quellterm modelliert die Schallerzeugung durch Turbulenz und setzt sich aus verschiedenen Summanden zusammen, wobei die wichtigsten den sogenannten Self-Noise, also die Wechselwirkung der Turbulenz mit sich selbst, und den Shear-Noise, also die Wechselwirkung der Turbulenz mit dem Gradienten der mittleren Strömung, beschreiben.

Mittels eines hochpräzisen CAA - Codes des DLR Braunschweig werden dann die linearisierten Eulergleichungen gelöst. Da für eine exakte Berechnung der Schallabstrahlung die genaue Bestimmung

der Strömungsdaten unerlässlich ist, erfolgt eine umfangreiche Validierung der mit dem RANS-Löser berechneten Daten im aeroakustischen Windkanal des IAS durch Hitzdrahtmessungen mit 1D und 3D-Hitzdrahttechnik.

Di. 15:00 Uhr Raum H 60

Lärm (Aero-Akustik) I

**Simulation der Schallausbreitung in instationären Strömungen mit dem Lattice Boltzmann Verfahren**

Wilde, Andreas

*Fraunhofer f. Integrierte Schaltungen, Außenstelle EAS*

Die Simulation der Schallausbreitung in stationären Strömungen stellt insbesondere deshalb ein Problem dar, weil die instationäre Strömung und die Schallausbreitung i.A. nicht gleichzeitig berechnet werden können. In jüngerer Zeit wurde die Eignung des Lattice Boltzmann Verfahrens zur Berechnung verschiedener akustischer Effekte nachgewiesen. In dieser Studie wird das Lattice Boltzmann Verfahren zur Berechnung der instationären Strömung in einem Ultraschallgasdurchflußzähler angewendet, wobei im gleichen Zuge auch die Ausbreitung einer Ultraschallwelle im instationär strömenden Gas ermittelt wird. Neben den Ergebnissen einiger Validierungsrechnungen wird die Anwendung auf ein zweidimensionales Modell eines einfachen Ultraschallgasdurchflußzählers gezeigt. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, daß keinerlei vereinfachende Annahmen wie mittleres Strömungsprofil, Turbulenzgrade und dergleichen gemacht werden müssen.

Di. 13:20 Uhr Raum H 50

Room & Building Acoustics I

**Method of estimation of the sound pressure levels in residential buildings caused by vibrations generated by heavy traffic noise**

Niemas, Marek

*Building Research Institute, Warsaw*

Many buildings in large cities are located near streets with tram lines and heavy traffic. Transit vehicles, such as trucks, busses, trams, trains generate significant ground vibrations. Inhabitants of dwellings located close to the street with heavy traffic complain of vibrations of floors, furniture, windowpanes, etc. Buildings, especially massive ones, located near communication arteries absorb the energy from vibrations transmitted into the building and cause increased vibration of floors, ceilings and partitions (all parts of the construction structure of buildings). The simultaneous occurrence of vibrations and noise penetrating dwellings is very uncomfortable for the inhabitants. The paper presents measurement-calculation procedure, which may be used for estimation

of increase in sound pressure level in dwellings radiated from vibrating partitions. The procedure is based on simultaneously twin channel measurements of vibration velocity on partitions and sound pressure level in dwellings. This method using properties of coherence function between has measuring signals. The calculations of the sound radiated from vibrating walls induced by vibro-acoustic sources (e.g. heavy traffic), which has been made by new measure-computational procedure directly from two channel measurements are presented as well.

Di. 13:45 Uhr Raum H 50

Room &amp; Building Acoustics I

**Acoustic parameters describing the traffic noise as the input data for evaluation of the noise reduction of the facade**Izewska, Anna*Building Research Institute, Warsaw*

One of the manners which leads to assurance the suitable acoustic comfort in rooms running a risk of the traffic noise is the adequate planning of the façade. For the assessment of the demanded sound insulation we have, at first, to evaluate the external noise levels appearing in the vicinity of the building. The basic parameter used for acoustical planning is the equivalent A-weighted sound pressure level for a specified time interval  $T$  ( $LA_{eq,T}$ ). In order to describe the traffic noise in the best possible way, one should take into account the long term average sound level  $LA_{eq,LT}$  which refers to the specified period  $T$ . In the project of the EC Directive, two long-term noise indicators  $L_{den}$  and  $L_{night}$  are recommended. Important question is: shall the proposed indicators  $L_{den}$  and  $L_{night}$  be sufficient for the estimation of noise impact on people's health and well-being? May be there is a need to introduce additional indicators which would characterize short-term sound level, like percentile level  $LA_{10,T}$  (the level  $LA_{eq,T}$  that is exceeded for 10 % of time  $T$ )? The past experiences of the Acoustics Department of the ITB has shown that subjective evaluation of noise annoyance is dependent not only on the time average sound level, but primarily on its maximum value (especially for the night time). The values of noise indicators can be determined either by measurement or by computation. The paper discuss the both evaluation methods with focusing attention on the requirements which should be fulfilled for their application.

Di. 14:10 Uhr Raum H 50

Room &amp; Building Acoustics I

**Sound Insulation of Facades**

Schumacher, Rolf, Bernd Saß

*ift Rosenheim, Institut für Fenstertechnik, Rosenheim*

In the building acoustics of facades especially for commercial buildings, the sound protection is one of the most important physical properties of the outer partition of a building. The acoustical behaviour of facades is discussed in this paper for the two ways involved: the sound isolation against outdoor traffic noise and the role in the overall sound transmission between adjacent rooms in a building either for horizontal and vertical flanking sound transmission. The paper confines to timber frame glass facades, some examples of steel profile facades and aluminium profile glass facades. The results acoustical development work in co-operation with profile and glass companies is reported dealing with the variation of glass construction, thermal isolating panels and different profile types as well as different kinds of mounting. For the flanking sound transmission, the influence of the structural reverberation time (or the total loss factor) and the vibration reduction index for the relevance of a junction have been investigated. Examples show how to handle the dates for flanking transmission due to the calculation model according to DIN EN 12354-1 and the future German Bauteilkatalog of DIN 4109.

Di. 14:35 Uhr Raum H 50

Room &amp; Building Acoustics I

**Single-number rating of façade insulation**

Thaden, Rainer

*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

In practice building engineers deal with single-number ratings of sound insulation quantities. The method of transforming the frequency-dependent sound insulation in single number ratings is criticised because the reference curve is not always appropriate for modern constructions. Particularly low frequencies and layered constructions for thermal insulation are problematic. In  $R'w$ , for instance, frequencies below 100 Hz and above 3150 Hz are not taken into account. It is thus possible that very different sound insulation curves come up with same single-number ratings.

In listening tests regarding various traffic noise situations, where a listener in the receiving room was exposed to passing vehicles and trains, it was investigated, how façade constructions with same single-number ratings correlated with the perceived subjective impressions. To create

audio signals for these tests, an algorithm for auralisation of sound insulation was developed. The created signals were used in subjective and objective tests of loudness and other psycho-acoustic parameters.

Di. 15:00 Uhr Raum H 50

Room & Building Acoustics I

### **Massive external walls of different structure - assessment of sound insulation with respect to the traffic noise**

Szudrowicz, Barbara

*Building Research Institute, Warsaw, Poland*

In accordance with ISO EN 717-1 standard, the sound insulation of the external partition in relation to noise from road traffic is estimated on the basis of the value of the new sound reduction index RA<sub>2</sub>, which is the sum of the hitherto weighted sound reduction index RW and the introduced new spectrum adaptation term C<sub>tr</sub>. It is assumed that the average value of the adaptation term C<sub>tr</sub> = -5 dB. The new acoustic requirements in relation to external walls in residential and public utilities buildings in Poland were determined on this assumption and introduced in the new standard PN-B-02151-3:1999. The sound insulation of a specific solution of an external wall must be evaluated on the basis of the actual value of the RA<sub>2</sub> index. For this purpose analyses were conducted of intervals in which the values of C<sub>tr</sub> change for different material and structural solutions of walls characterised by very differentiated courses of sound insulation curves in the frequency function. The paper presents the results of these analyses encompassing sound insulation of massive external walls of varied structures, including walls with additional thermal insulation. In all of the cases where the value of the index C<sub>tr</sub> is different from (-5 dB), a change takes place in the evaluation of the acoustic properties of the partition in relation to the standard requirements taking into consideration the presence of road traffic noise in the building's surroundings.

Di. 15:50 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy II

### **Brillouin Light Scattering in Magnetic Layers**

Fraune, M. \*, Blachowicz, T. \*\*, Güntherodt, G.\*

*\*) II. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, Aachen, \*\*) Institute of Physics, Silesian University of Technology, GLIWICE, POLAND*

Brillouin scattering measures changes of photon frequencies scattered in annihilation or creation processes by acoustic phonons or spin waves of GHz frequencies. The method can be applied to small samples of arbitrary shapes, especially for thin single layers or multilayered structures. In-situ measurements of epitaxially grown thin films have made

it possible to directly relate magnetic properties to the structural characteristics of magnetic systems as thin as one monolayer. In magnetic multilayers the spectrum of excitations can result from standing spin wave modes with exchange neglected, from dipolar coupled modes resulting from the coupling of surface spin waves in each layer and from collective surface spin waves of the superlattice as a whole. BLS measures the frequency as a function of the in-plane wave-vector, and of the direction and magnitude of the applied magnetic field. Hence, BLS can be used to determine magnetic anisotropies, intra- and interlayer exchange coupling constants, saturation magnetisation and gyromagnetic ratio. Surface and interface anisotropies like perpendicular magnetic anisotropy and exchange bias have recently gained interest with respect to the technological use of magnetic thin films in data storage and sensor devices. Progress in this field has also stimulated the investigation of magnetic layers patterned down to the sub-micrometer scale, as well as time- and space resolved measurements.

Di. 16:15 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy II

**Generalized Cauchy relation for elasticity of amorphous material**

le Coutre, Andrä, J.K. Krüger, J. Baller, Th. Britz

*Experimentalphysik 7-2, Universität des Saarlandes, Saarbrücken*

The transition from a simple liquid into the amorphous solid state is accompanied by the appearance of a shear modulus in addition to the longitudinal modulus. Based on Brillouin spectroscopy we will show that this apparent increase of the number of independent elastic coefficients remains virtual because a linear relationship between the elastic moduli exists, which in turn reduces the number of independent elastic constants to the number of one again. This linear relationship is a generalization of the well known Cauchy relation which usually only fits under special restrictions. The scope of validity of this linear relation will be discussed empirically on the base of Brillouin spectroscopy results of quite different materials

Di. 16:40 Uhr Raum H 100

Brillouin Spectroscopy II

**Hypersonic Properties As A Sensitive Probe For The Thermal Glass Transition**Baller, J., J. K. Krüger*Experimentalphysik 7-2, Universität des Saarlandes, Saarbrücken*

During vitrification of liquids predominantly the mechanical properties are changed. This is especially reflected by specific changes of the static and / or dynamic hypersonic properties close to the quasi-static freezing temperature. We present the Brillouin-technique as a powerful method for investigating glass formers in order to determine linear and non-linear elastic properties in the hypersound (GHz) regime. Using these high frequencies, both longitudinal and shear modulus can be measured - even in the liquid phase. Measurements of hypersonic properties of some amorphous and semi-crystalline materials during glass formation are presented. They will be used in order to discuss the nature of the canonical glass transition.

Di. 15:50 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound II

**Non-invasive estimation of hematocrit by means of Power Doppler attenuation measurements**Secomski, Wojciech (1), Andrzej Nowicki (1) and Piero Tortoli(2)*(1) Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland, (2) Electronics and Telecommunications Department, University of Florence, Italy*

The goal of this work was to develop a clinically applicable method for non-invasive acoustic determination of hematocrit in vivo. Laboratory setup records echoes scattered on blood cells, being measured simultaneously at different depths across the vessel diameter. After the echoes from two sample volumes positioned symmetrically to the center of the vessel were acquired, their quotient - proportional to the attenuation of ultrasound in blood was calculated. The first part of this work was in vitro estimation of attenuation of ultrasound in blood. The experiments were done in 168 blood samples with hematocrit varying from 23.9 to 51.6 %. The measurements were done at 20 MHz. The measured attenuation coefficient increased linearly with hematocrit (HCT). The least squares regression function was equal to  $a = 3.61 + 0.087 \text{ HCT (dB/cm)}$ . In the second part of work, the ultrasonic attenuation in blood was measured in vivo. The Doppler signal was recorded in the common carotid, brachial and radial arteries using multigate pulse Doppler flowmeter. Doppler backscattered power profile across the artery was computed and next the same algorithm as for two gate system was applied enabling calculation of the hematocrit.

Di. 16:15 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound II

**Ultrasonic Real Time Strain Imaging: A new diagnostic Modality for the early Detection of Prostate Cancer**

Lorenz, Andreas, Andreas Pesavento, H. Ermert, S. Siebers, K. Kühne, H.-J Sommerfeld, M. Garcia, T. Senge, S. Phillippou

*LP-IT Innovative Technologies GmbH, Bochum*

Prostate tumors can have a higher mechanical hardness than the surrounding tissue. During the digital rectal exam this can be used not only to detect the hypertrophy but also localized hardenings. The examination by digital palpation is inaccurate and even in combination with PSA-value and a transrectal ultrasonic examination the result is often not reliable. Ultrasound strain imaging is able to measure and visualize the elastic properties of a tissue region and hence is an adequate supplement for commonly used diagnostic procedures.

We have developed a real time strain imaging system for prostate diagnosis which can be used for the first time during the transrectal ultrasonic examination for navigation and diagnosis.

During the examination a sequence of ultrasonic images is acquired while the organ is slightly manually compressed by the ultrasound probe. Using a numerical analysis of image pairs of the acquired sequence the tissue strain is calculated which represents the spatial elasticity distribution of a specific cross-section of the organ and which are able to distinguish hard areas in the tissue.

We present new results from several patients, which show, that real time strain imaging is able to detect tumor-like areas which are inconspicuous in the B-mode image. The results correspond to the histological specimens. In a clinical trial with 150 patients strain imaging reached a sensitivity of 76 A contribution to the Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr (KMR), Bochum.

Di. 16:40 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound II

**Modified Synthetic Aperture Beamforming for the Correction of Geometric Artefacts in Intravascular Ultrasound Elastography**

Perrey, C., W. Wilkening, B. Brendel, H. Ermert

*Institut für Hochfrequenztechnik, Ruhr Universität Bochum*

Intravascular ultrasound (IVUS) is a gold standard for the morphological assessment of coronary artery diseases. In order to detect unstable plaques, various methods have been proposed for imaging the elastic properties of vessel tissue. In IVUS elastography, tissue is compressed due to changes of the intraluminal pressure, by a force originating from the lumen center. Images are acquired during the compression, the resulting radial strain is computed along the ultrasound beams using cross correlations. If the transducer is not centered in the lumen, the ultrasound beams are not parallel to the force direction, leading to errors in the strain estimate. We propose a modified synthetic aperture focusing technique (SAFT) that allows the reconstruction of ultrasound beams parallel to the force. With conventional SAFT, B-mode images are formed using a fixed reconstruction pattern with beams in radial direction, with respect to the catheter center. After estimating the eccentric catheter position from a conventional image, the angle between ultrasound beam and force direction can be calculated. The modified SAFT reconstructs ultrasound beams in direction of the strain, originating from the lumen center. The angle is corrected and strain artefacts are reduced. To verify this approach, a 64 element intravascular circular array is simulated, imaging a vessel with different eccentric catheter positions. Radial strain is calculated using an iterative phase zero estimation of the complex cross correlation function of base band signals. The results show the feasibility of this approach for the correction of strain artefacts due to an eccentric catheter position.

Di. 17:05 Uhr Raum H 80

Biomedical Ultrasound II

**Ultrasonic Multifeature Tissue Characterization for Prostate Diagnostics**

Scheipers, U., H. Ermert, A. Lorenz, A. Pesavento, H.-J. Sommerfeld, M. Garcia-Schürmann, K. Kühne, T. Senge, S. Philippou

*Institut für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum*

The incidence of the prostate carcinoma is one of the highest cancer risks in men in the western world. Its position in cancer mortality statistics is also among the highest. The prostate carcinoma is only curable at an early stage. Therefore, early detection is extremely important. The different types of diagnostics that are used today lack reliability and are therefore not sufficient. Diagnosis of the prostate carcinoma using multifeature tissue characterization in combination with ultrasound allows the detection of tumors at an early stage. Radio-frequency ultrasonic

echo data of the prostate is captured during the usual examination of the patient with standard ultrasound equipment. The data is transmitted to a PC and subdivided into up to 1000 segments per prostate slice. Up to 40 spectral and texture parameters are calculated for each segment. Two fuzzy inference systems working in parallel classify and separate the segments into two classes (negative/positive). The results of the two fuzzy inference systems are combined to build a malignancy map, which consists of a traditional B-mode image in which areas of a high cancer probability are marked in red. The malignancy map is presented to the physician during the examination on a PC screen. During a clinical study, radio-frequency ultrasonic echo data of 100 patients have been recorded. Prostate slices with histological diagnosis following radical prostatectomies act as the gold standard. The ROC curve area is between  $A=0,76$  and  $A=0,83$ . Sensitivities and specificities, which depend on each other, can be chosen freely.

Di. 15:50 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring II

### **Measurement and Optimisation of Speech Quality in the German cellular T-D1 GSM-Network - an example for the usage of Signal based Modeling**

Neusinger, Andreas

*T-Mobil, Messtechnik Funkversorgung, Bonn*

In the first part -historically coming from manual tests- the development of an automatic test equipment for cellular networks for measuring speech quality is described. The requirements for testing quality of service from the customers point of view and the achieved and open tasks regarding automatically speech quality testing are topics as well. The second part gives a summary of the investigation „Correlation of different speech quality classification methods in cellular networks“. One result was the verification of different methods from the point of view of a cellular network operator with an own speech database (recorded under cellular conditions).

Di. 16:15 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring II

**Parameter-based Modelling of Speech Quality in Telephone Networks**Raake, Alexander*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Monitoring of speech quality in telephone networks can be carried out by measuring different network parameters, which are then related to speech quality using quality models. Examples for such parameter-based models are the so-called SUBMOD model, the Call Clarity Index (CCI), which is based on the SUBMOD approach, and the E-model, which is currently recommended by the ITU-T as a network planning tool. Different aspects of applying these models to network monitoring are examined in this paper: The measurement situation, i.e. whether the monitoring is carried out off-line or on-line during network operation (intrusive vs. non-intrusive); the methods used to instrumentally determine individual input-parameters to the models; and the models themselves, given the measured input parameters. Limitations of the measurement accuracy and of availability of measurement methods for specific parameters are discussed. They result in margins for the quality predicted by the models. As an example, instrumental measurements of a commercially available monitoring system are presented, which were carried out using an on-line telephone line simulation tool. The quality estimates as determined by the monitoring system are compared to judgements as obtained from listeners in auditory tests. An outlook shows, how monitoring with parameter-based modeling approaches can be improved to be applicable to modern network scenarios.

Di. 16:40 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring II

**Intrusive monitoring of speech quality**Juric, Pero*SwissQual AG, Switzerland*

The presentation will focus on speech quality assessment in both clean and noisy environments. Reference will be made to SwissQual's family of speech quality algorithms called Squad.

Squad is based on a model of the human hearing system. In an intrusive manner a reference test signal is sent through the channel under study and the output signal assessed in terms of quality. In addition to evaluate the quality in terms of a mean opinion score (MOS), the algorithm also quantifies the causes for speech quality degradation. So, the algorithm is able to also describe the degradations with expressions like: signal interruptions, variable delay, quality drops, background noise or temporal clipping. Furthermore, the algorithm is able to cope with variable delay.

Speech quality assessment of Voice Quality Enhancement devices requires two measurements, one based on clean- and one based on noisy-reference signals. Based on such measurements, the algorithm produces results related to both the clean- and noisy- speech quality. The clean speech quality is evaluated by means of sending the clean speech reference through the transmission channel with the result expressed in MOS scaled in range 1 to 5. The noisy speech quality is calculated as a combination of four parameters: noise power level reduction (NPLR), signal-to-noise ratio improvement (SNRI), speech power level reduction (SPLR) and speech quality measured with noisy reference. Squad is able to cover almost everything in terms of unidirectional speech quality assessment, including voice quality enhancer like automatic level control, voice activity detectors and noise reduction.

Di. 17:05 Uhr Raum H 90

Speech Quality Monitoring II

### **Nicht-eingreifende Aufzeichnung, INMD**

Barriac, Vincent

*France Télécom R & D, Lannion*

What is a non-intrusive technique? Basically, it runs on real communication without using any reference signal to evaluate speech quality, and better for the supervision of network quality of service. The non-intrusive measurement techniques are not done at the users interfaces, but in network nodes. They do not require test signal since they are performed on real communications. With no additional cost, such systems give the possibility to supervise a great amount of communication, and thus to have a very reliable idea of the quality of the network. The tools used to perform those measurements are generally called INMDs (In service Non-intrusive Measurement Devices). The INMDs are standardised tools (ITU-T Rec. P.561). A second standard (P.562) contains links with perceived quality. The analysis of measurement results can be done for individual parameters or by combining several parameters (use of a customer opinion model like the E-model or the Call Clarity Index). Benefits of using a model to interpret INMD measurements include: - The identification of combination effects that are incorrectly classified when using individual measures. - A reduction in data volume. - The model encapsulates expert knowledge about the effects of impairments on customer perception. Voice quality in packet switched networks is time variant („unguaranteed quality“). Packet-based networks are characterised by new types of degradations like packet loss, jitter or distortion due to low bit rate coding. New opportunities are offered by digital signal processing, and new non-intrusive methods have recently been developed and will certainly be standardised in a near future: - detection and characterisation of perceived impairments directly linked to

subjective opinion, - use of psycho-acoustical models (PESQ-like, but without reference).

Di. 15:50 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Außengeräusche) II

---

### **Neue Absorptionsmaterialien im Schalldämpferbau**

Venghaus, H.

*Zeuna Stärker GmbH & Co KG, Augsburg*

Die bislang als Absorptionsmaterialien in Schalldämpfern verwendeten langfaserigen Materialien besitzen den Nachteil, daß sie wegen der hohen Pulsationen im Abgasstrom aus ihren Positionen herausgeblasen werden können. Es müssen also Schutzmaßnahmen ergriffen werden, die wiederum akustische Nachteile bewirken können bzw. die Kosten erhöhen. In der Entwicklung bei Zeuna Stärker werden Anstrengungen dahingehend unternommen, Absorptionsmaterialien zu entwickeln, die aus einer festen Struktur heraus die Schalldämpfung im Gasstrom über einen breiten Frequenzbereich hin bewirken. Aus der Entwicklungsarbeit mit Glatt Systemtechnik und den Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Materialforschung wurden metallische Hohlkugeln zu einem stabilen gesinterten Körper geformt, deren Schallabsorptionsvermögen im Vergleich zu langfaserigen Werkstoffen gleichwertig ist. Aus den derzeit laufenden Versuchen mit gesinterten Hohlkugelstrukturen werden erste Ergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Di. 16:15 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Außengeräusche) II

---

### **Teilschallquellenermittlung aus Außengeräuschemessungen, -analyse und -simulation**

Gruber, Andreas, Dipl.-Ing. Horst-Peter Fingerhut

*STEYR Nutzfahrzeuge AG, MAN Nutzfahrzeuge AG*

Im Rahmen einer Teilschallquellen-Analyse hatten wir uns das Ziel gesetzt,

- die Anteile der einzelnen Teilschallquellen am Gesamtgeräusch eines schweren Lastkraftwagens zu ermitteln und
- die Auswirkungen einzelner Maßnahmen auf die Gesamtgeräuschemission zu simulieren.

Die Untersuchungen bezogen sich immer auf die „Beschleunigte Vorbeifahrt“ mit Meßanordnung entsprechend ISO R 362. Es wurde ein Lkw mit einem Höchstgewicht von 18 Tonnen und einer Motorleistung von 280 PS abgasarm nach EURO2 verwendet. Untersucht wurden sowohl das derzeit gültige Meßverfahren 99/101/EG als auch der aktuell diskutierte Vorschlag für ein neues Geräuschemessverfahren, der eine Geräuschemessung bei beladenem Fahrzeug in nur einem Getriebeingang vorsieht.

Bei dieser Teilschallquellenanalyse gingen wir nach der sogenannten „Fenstermethode“ vor, bei der sich aus der Differenz der Pegel von „aufgedeckter“ und „abgedeckter“ Teilschallquelle der sogenannte „Teilschallpegel“ (entlang der Wegstrecke des Lkw) ergibt. Es zeigt sich, daß im lautesten Getriebeingang die Anteile von Getriebe und Schalldämpferanlage höher liegen als diejenigen des Motors.

Für jede Teilschallquelle läßt sich ein „Theoretisches Geräuscheminderungspotential“ definieren als Differenz zwischen „offener“ und „abgedeckter“ Teilschallquelle.

Für Aussagen bezüglich des Gesamtpegels wird das Geräuscheminderungspotential an der Stelle des Maximums des Gesamtpegels als Addition der einzelnen Teilpegel entlang der Meßstrecke betrachtet. Auf Basis der gemessenen Pegelverläufe über der Meßstrecke läßt sich simulieren, wie sich beispielsweise eine Absenkung einer Teilschallquelle oder deren Ersatz durch ein leiseres Aggregat auf die Gesamtgeräuschemission auswirkt.

Weiters werden sowohl Szenarios dargestellt, die den erreichbaren Gesamtpegel bei Absenken mehrerer oder aller Quellen entsprechend ihrem gemessenen Geräuscheminderungspotential zeigen als auch z.B. die Auswirkungen bei Verwendung eines lautereren Reifens.

Di. 16:40 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Außengeräusche) II

## **Vorbeifahrgeräuschprognose nach ISO 362 mit Hilfe von Hochlaufmessungen auf dem Rollenprüfstand**

Wedel, Ralf

*Internationales Technisches Entwicklungszentrum der Adam Opel AG*

In der Umsetzungsphase „Road to Lab to Math“ wurde ein Mess- und Berechnungsverfahren zur Vorhersage des Vorbeifahrgeräusches nach ISO 362 entwickelt, mit dem zahlreiche Versuchsträger eingespart werden können. Benötigt wird ein Entwicklungsfahrzeug, das mit dem zu untersuchenden Motor ausgerüstet ist. Damit kann das Vorbeifahrgeräusch für alle für diesen Motor vorgesehenen Getriebe- (MT, AT, CVT etc.) und Achsvarianten prognostiziert werden. Als Berechnungsparameter wird der aus der ISO 362 resultierende Drehzahlverlauf über

der Fahrzeugposition benötigt. Dieser kann aus einer realen Vorbeifahrermessung oder einer Berechnung (Fahrzeuggängsdynamik) stammen. Hieraus resultiert eine sogenannte „Hybridmethode“, die einerseits aus Mess- und andererseits aus berechneten Daten besteht. Durch Addition des Reifengeräusches unter Traktion, das unter „Realbedingungen“ ermittelt wird, erhält man Daten, die vergleichbar mit realen Messungen sind.

Di. 17:05 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Außengeräusche) II

### **Simulation des Straßenverkehrsgeräusches in Innenstadtstraßen**

Sottek, Roland, Dr.-Ing. Winfried Krebber, Dr.-Ing. Klaus Genuit

*HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Das Verkehrsgeräusch in einer typischen Innenstadtstraße stellt ein komplexes auditorisches Szenario dar. Will man die Sound-Quality-Aspekte dieses Geräuschszenarios untersuchen, reichen die eingeführten Verfahren zur Messung von Vorbeifahrtgeräuschen nach ISO 362 bei weitem nicht aus. Im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise, G6RD-CT-1999-00113) werden daher neue Ansätze verfolgt. Ein wichtiges Element ist dabei die Synthese von Vorbeifahrtgeräuschen aus den einzelnen Komponenten (Motor, Reifen, Abgasanlage, etc.). Ein mögliches Konzept einer solchen Synthese wurde bereits auf der DAGA 2001 vorgestellt: Aus den Nahfeldaufnahmen an den einzelnen Komponenten wird eine virtuelle Umgebung um einen virtuellen Hörer am Straßenrand aufgebaut. Die Simulation erlaubt die Untersuchung verschiedener Fragestellungen: Welche Schallquellen am Fahrzeug bestimmen in welcher Fahrsituation die Geräuschqualität? Welchen Einfluss hat die verkehrstechnische und architektonische Gestaltung der Straße? Wie summieren sich die Beiträge der einzelnen Fahrzeuge zu einem Gesamtszenario? Das in SVEN entwickelte Verfahren wird anhand von Beispielen vorgestellt, Möglichkeiten und Grenzen werden diskutiert.

Di. 15:50 Uhr Raum H 70

Raumakustik I

### **Untersuchungen zur Wahrnehmbarkeit örtlicher Schwankungen von Räumlichkeitsparametern bei Musikdarbietungen**

Blau, Matthias

*TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

Seit der Einführung der Nachhallzeit vor über 100 Jahren hat sich eine Reihe weiterer objektiver Parameter mit Erfolg in der raumakustischen Planung etabliert. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß es nach wie vor Kritikpunkte und ungelöste Probleme in diesem Zusammenhang gibt. Einer der neueren Kritikpunkte betrifft Schwankungen

objektiver Parameter, die man beobachten kann, wenn an räumlich benachbarten (nur wenige Zentimeter entfernten) Orten gemessen wird. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit derartigen Schwankungen der Räumlichkeitsparameter  $IACC_{E3}$ ,  $LF_{E4}$  und  $RL_E$ . Zunächst stellt sich dabei die Frage, ob und ab wann die in Messungen beobachteten örtlichen Schwankungen dieser Parameter innerhalb eines Zuhörerplatzes wahrgenommen werden können. Zur Beantwortung dieser Frage wurden orientierende Hörtests in einem virtuellen Schallfeld im großen reflexionsarmen Raum des Instituts für Akustik und Sprachkommunikation der TU Dresden durchgeführt. Dabei wurden Schallfelder generiert, die unterschiedlich geartete Schwankungen der genannten objektiven Parameter auf einem fiktiven Netz (5cm Maschenweite) in der Kopfebene aufwiesen. Diese Schallfelder wurden in Paarvergleichen hinsichtlich ihrer scheinbaren Quellbreite (ASW) durch Versuchspersonen beurteilt. Die Ergebnisse dieser Hörtests werden vorgestellt und mögliche weiterführende Arbeiten diskutiert.

Di. 16:15 Uhr Raum H 70

Raumakustik I

### **Anforderungen an die Probeflächengeometrie bei der Messung des Streugrades im diffusen Feld**

de Avelar Gomes, Marcio H. (1), Michael Vorländer(1), Samir N. Y. Gerges (2)

*(1)Institut für Technische Akustik RWTH-Aachen, (2)Universidade Federal de Santa Catarina*

Der Streugrad („Scattering Coefficient“) ist geeignet für raumakustische Simulationen mit Ray-tracing. Er kann relativ einfach durch die Korrelationsmesstechnik im diffusen Feld bestimmt werden. Das experimentelle Verfahren ist sehr ähnlich der Absorptionsmesstechnik im Hallraum. Diese Methode erfordert derzeit Einschränkungen in Bezug auf die äquivalente Absorptionsfläche (die vom Absorptionsgrad der Probefläche selbst und auch von der Luftabsorption abhängt) und in Bezug auf die Geometrie der Probefläche. In dieser Arbeit werden zwei Aspekte zur Sprache gebracht, die mit der Probenform verbunden sind. Zuerst wird der Einfluss der Verwendung von eckigen und runden Probeflächen untersucht und ebenso der Einfluss der Zahl der Perioden (wenn die zu messende Struktur periodisch ist). Es wird festgestellt, dass eckige Probeflächen den Streugrad verzerren können. Die Effekte von eckigen Probeflächen und die Möglichkeiten, die entsprechenden Ergebnisse zu korrigieren, werden vorgeschlagen und diskutiert. In einem weiteren Schritt werden Ergebnisse von Messungen an gleichartigen periodischen Oberflächen verglichen, die in verschiedenen Maßstäben gebaut sind.

Di. 16:40 Uhr Raum H 70

Raumakustik I

**Dimensional analysis and concert hall acoustics - an application involving the reverberation time**Guimaraes, Joao Henrique Diniz\*, Fernando Luiz Lobo Barbosa Carneiro, Moyses Zindeluk*Graduate School of Engineering, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), \*Now at Institut für Technische Akustik RWTH*

Dimensional Analysis (DA) is a powerful tool that helps physical modelling in many fields of science. Its methodology can be also useful in Acoustics. This work uses the abordage of DA in the investigation of room acoustics. For this purpose, dimensionless numbers involving an important acoustic parameter - the reverberation time - are obtained and used to plot data from various concert halls. The conditioning of the data in this way evidences a common behaviour of these halls in regard to this acoustical parameter. Dimensionally homogeneous formulas, similar to Wallace C. Sabine's expression for the reverberation time, are obtained for each frequency band. These formulas have the advantage of being based only in geometrical characteristics of the hall which can be obtained directly from their architectural drawings. Posterior comparison with measurements made in a Brazilian hall shows reasonable agreement.

Di. 17:05 Uhr Raum H 70

Raumakustik I

**Raumakustische Sanierung einer Schule**Reinhold, Friedel*Ingenieur- und Sachverständigengesellschaft für Bauphysik Dr. Blechschmidt, Keyßner, Reinhold*

Kurz nach dem Neubau einer Grundschule gab es Beschwerden durch die Schulleitung wegen schlechter Raumakustik in allen Unterrichtsräumen, der Sporthalle und einem Speiseraum. Die Lehrer klagten insbesondere über schlechte Sprachverständlichkeit, große Unruhe in den Räumen, Abgespanntheit nach dem Unterricht sowie starke Beanspruchung der Stimme. Die meßtechnische Überprüfung und Bestandsaufnahme ergab wesentlich zu lange Nachhallzeiten im gesamten Frequenzbereich (2,5 s in den unbesetzten Klassenräumen und dem Speiseraum, 4 s in der unbesetzten Sporthalle) und hohe Hintergrundgeräuschpegel während des Unterrichts in den Klassenräumen. Es wurde eine umfassende Sanierungslösung unter Beachtung neuester Erkenntnisse zur Klassenraumakustik erarbeitet. Für typische Klassenräume, den Speiseraum und die Sporthalle erfolgte eine einfache akustische

Modellierung mit Berechnung der Nachhallzeiten für den Ausgangszustand und die Sanierungslösung. Ziel war das Erreichen deutlich niedrigerer Nachhallzeiten (0,3 - 0,5 s im besetzten Zustand) als das nach der noch geltenden DIN 18041 aus dem Jahre 1968 für gute Sprachverständlichkeit erforderlich gewesen wäre. Nach der Sanierung wurden in den gleichen Räumen wie vor den Maßnahmen die Nachhallzeiten gemessen und mit den Rechenergebnissen verglichen. Stichprobenartig untersucht wurde die Auswirkung der raumakustischen Maßnahmen auf die Trittschallübertragung durch Messungen vorher und nachher. Mit Absolutpegelmessungen bei verschiedenen Unterrichtssituationen sowie Befragungen der Lehrer, mehrere Wochen nach Beginn des Unterrichts, wurde die neue Geräuschsituation in den Unterrichtsräumen erfasst und bewertet. Es werden Mess- und Rechenergebnisse vor und nach der Sanierung vorgestellt und unter Beachtung der subjektiven Wertungen erläutert. Weiterhin werden Differenzen zwischen Messung und Berechnung aufgezeigt und diskutiert.

Di. 15:50 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics II

**Detectability of temporal gaps in the modulation**

Sêk, Aleksander (1), Brian C.J. Moore (2)

*(1) Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland,**(2) Department of Experimental Psychology, University of Cambridge*

It has been postulated that the central auditory system contains an array of modulation filters, each responsive to a different range of modulation frequencies. In this paper we searched for evidence of ringing at the output of these filters. In experiment 1, the task was to detect a gap in the sinusoidal amplitude modulation imposed on a 4-kHz carrier. There were three conditions, that the modulator started after the gap; zero-phase, at a positive-going zero-crossing; p-phase, at a negative-going zero-crossing; preserved phase, at the phase the modulator would have had if it had continued without interruption. Psychometric functions for detection of the gap were measured. For the zero-phase and preserved-phase conditions, the detectability  $d'$ , increased monotonically with increasing gap duration. For the p-phase condition, performance was good for small gap durations, and initially worsened with increasing gap duration, before improving again for longer gaps. This is a pattern of results predicted from ringing at the output of a modulation filter. However, it is also possible that a rhythm cue was used to improve performance because the gap disrupted the rhythm produced by the modulator. In experiment 2, the rhythm cue was disrupted by varying the modulator period randomly. Psychometric functions were very similar for the zero-phase and p-phase conditions in this case. This pattern of

results is not what would be predicted from ringing of a modulation filter. We conclude that either the modulation filters do not exist, or they do not ring in the same way as electrical filters.

Di. 16:15 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics II

---

**Why exploration of CMR and MDI can contribute to the construction of the general picture of the hearing system selectivity?**

Jorasz, Urszula,

*Institute of Acoustics Poznan, Poland*

In many everyday life our auditory system is presented with an acoustic waveform made up from mixture of sounds originating from a variety of sources. The role of the system is to interpret this complex waveform as sound-producing events. Our ability to do this is greater than we might expect from simple studies of masking hence the mechanism involved in this action should take consideration not only what is happen in the cochlea, on the basilar membrane. This mechanism is called „perceptual grouping“ or „stream formation“ and -unlike filtering on the basilar membrane which is peripheral one- perceptual grouping belongs to central or cognitive processes in hearing. Our task is to find out effects which could carry information about this high degree of selectivity of auditory system. I suggest that everything what is known about CMR and MDI can contribute to the formation of auditory objects and ipso facta take important place in the general picture of the hearing system selectivity.

Di. 16:40 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics II

---

**Noise annoyance and distance perception**

Preis, Anna, Tomasz Kaczmarek

*Institute of Acoustics, A. Mickiewicz University*

Noise produced by source located farther from a listener is assessed as less annoying than noise produced by source of the same type that is located closer. It sounds pretty trivial but the satisfactory explanation of this phenomenon is not easy to achieve. Apparent explanations correctly point that increase in distance of the source of noise causes decrease in loudness but falsely assume that this decrease in loudness is the only factor that causes the decrease in annoyance. In such explanations neither ground effect nor air absorption phenomena are taken into account. Their occurrence changes not only the sound level of the stimulus but also its spectral content. It is the change in the spectral content that helps to estimate the distance of the sound source and contributes to the annoyance judgment. The aim of the present paper is to answer two questions: (1) what change in distance of sound source location evokes

the change in noise annoyance assessment, and (2) how the annoyance assessment of the passing train depends upon the estimation of its distance. Two independent psychoacoustic experiments were performed in order to answer these questions. The obtained results support the final conclusion that the annoyance assessment of railway noise depends not only on loudness but also on the estimated distance of the source of this noise.

Di. 17:05 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics II

### **Using a combined localization/detection model to simulate human localization performance near the masked threshold level**

Braasch, Jonas,

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Recently, it was shown that the perceptual lateralization of a partly masked target can be simulated using the interaural cross-correlation difference (ICCD) model [Braasch, J. Acoust. Soc. Am. 108, 2597 (2000)]. In this model, the ITDs of a target are calculated from the difference in the interaural cross correlation (ICC) of the total sound target+distracter and the ICC of the distracter alone, which is calculated from the part of the distracter that precedes the target.

However, in some listening conditions the target level was below the masked detection threshold level. To be able to simulate those conditions a detection threshold model was implemented into the localization model. Now, the localization process is only triggered, when the target is detected. Otherwise the position of the sound source is determined according to a behavioral pattern. The detection stage is based on an on- and offset detection algorithm that analyzes the derivative in time. For the simulation of the binaural conditions, the equalization-cancellation model (EC) algorithm of Durlach was included into the model.

It can be shown that for target levels above the masked detection threshold the on-/offset detection algorithm is accurate enough to trigger the subtraction process of the ICCD algorithm. Furthermore, the simulation of the clustering and scattering effects, which are localization patterns observed for low target-to-distracter ratios, could be improved.

Di. 15:50 Uhr Raum H 40

Belästigung II

**Ist Fluglärm lästiger?**Kühner, Dietrich,*deBakom GmbH, Odenthal*

Der Zusammenhang zwischen dem Tag/Nacht Pegel Ldn von Straße, Schiene und Luftverkehr und den Wirkungskategorien „annoyed“ oder „highly annoyed“ wird in der Studie des Holländischen Gesundheitsrates als Zusammenfassung aus der Vielzahl von Untersuchungen dargestellt. Danach wird Flugverkehrslärm bei gleichem Ldn lästiger als Straßenverkehr und Straßenverkehr lästiger als Schienenverkehr empfunden. Weiter wird in der Studie angemerkt, dass die Zusammenhänge nicht statistisch signifikant gesichert sind. Damit stellt sich die Frage, ob der statistisch nicht gesicherte Zusammenhang nicht durch andere Fakten begründet werden kann. Die deBakom hat ein messtechnisches Verfahren zur automatischen Identifizierung von Straßen-, Schienen- und Fluglärm entwickelt, das diese Quellen ab ca. 3 dB über dem Hintergrundpegel bei freier Schallausbreitung sicher (besser als 90%) auf der Basis einer Beobachtungszeit von 1.2 s identifizieren kann. Das patentierte Verfahren beruht auf einem spektralen Vergleich, der auf dem Spektrum und der spektralen Rauigkeit aufbaut. Es lässt sich nun anhand dieser für die Mustererkennung abgeleiteten Spektren zeigen, dass deren EPN-Pegel als Maß der Lärmigkeit bei bzw. Lärmstärke bei gleichem A-Schallpegel vor einem Gebäude in Räumen die Pegelunterschiede liefern, die auf der Basis der eingangs genannten Zusammenhänge zu erwarten sind. Weiter zeigt sich anhand der Muster, dass einzelne Flugsituationen bezüglich ihrer Lästigkeit vergleichbar sind mit entsprechenden Mustern, die dem Schwerlastverkehr zugeordnet sind, oder andererseits, dass Güterzüge mit Dieselloks in der Lästigkeit vergleichbar höher sind als PKW-Verkehrslärm.

Di. 16:15 Uhr Raum H 40

Belästigung II

**Wird die Wirksamkeit von Schallschutzmaßnahmen durch nicht-akustische Faktoren beeinflusst?**Felscher-Suhr, Ute, Rainer Höger*ZEUS GmbH, Zentrum für angewandte Psychologie, Umwelt- und Sozialforschung*

Die Praxis der Lärmbekämpfung hat schon vielfach gezeigt, dass bei der Implementierung von Lärmschutzmaßnahmen eine alleinige Orientierung an Pegelminderungen noch keine sichere Aussage darüber gestattet, ob die ergriffene Maßnahme langfristig auch eine Wirkung im Sinne einer Reduktion der erlebten Belästigung zeigt. Um zukünftig

Lärminderungsmaßnahmen in diesem Sinne wirkungsgerechter gestalten zu können, wurde im Rahmen eines Laborexperiments geprüft, ob ausgewählte nicht-akustische Faktoren einen Einfluss auf die Wirksamkeit von Schallschutzwänden haben. Dazu wurden 92 lärm betroffene Bürger/innen der Stadt Bochum gebeten, ihre Lärmbelästigung, so wie sie sie zu Hause in verschiedenen Alltagssituationen erleben, einzuschätzen. Gleichzeitig wurde den Probanden der in ihrem Wohngebiet aufgenommene Straßenverkehrslärm über Lautsprecher eingespielt. Im nächsten Schritt wurde dieselbe Situation nach virtueller Errichtung einer Schallschutzwand mit geminderten Schallpegeln dargeboten. Eine Subgruppe an Probanden konnte die zu errichtende Schallschutzwand aus einer vorbereiteten Broschüre mit Abbildungen und Erläuterungen auswählen. Eine weitere Subgruppe erhielt die so ausgewählte Wand des Vorgängers gezeigt, während eine letzte Subgruppe eine Standardwand aus Beton dargeboten bekam. So wurden die nicht akustischen Faktoren „Partizipation“ sowie „Art der Schallschutzwand“ variiert und im Hinblick auf eine mögliche Beeinflussung der erlebten Belästigungsreduktion geprüft. Zusätzlich wurde die Höhe der Wand und damit die Minderungsleistung in zwei Stufen dargeboten, um zu prüfen, ob das Ausmaß an Schallpegelreduktion ebenfalls einen Einfluss auf die Belästigungsminderung hat. Die Ergebnisse zeigen einen klaren Effekt der Wandhöhe sowie eine tendenzielle Wirkung des Partizipationsfaktors, während die Art der Schallschutzwand hier keinen nennenswerten Einfluss auf die belästigungsreduzierende Wirkung hat.

Di. 16:40 Uhr Raum H 40

Belästigung II

### **Räumliche und zeitliche Bedingungen der Belästigungswirkung von Verkehrslärm - Untersuchungsergebnisse aus Deutschland und der Schweiz**

Kastka, J., Meloni, T., Fischer F., Münch, J., Borsch-Galetke, E.

*Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Heinrich Heine Universität Düsseldorf, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft CH3003 Bern, 2Ernst Basler Partner AG, Planungs-, Beratungs- und Ingenieurunternehmen, Zollikon, Schweiz*

Das Konzept der globalen Belästigung, mit dem Anwohner undifferenziert mit einer einzigen Angabe ihre Beeinträchtigung durch eine Lärmquelle beschreiben, berücksichtigt nicht Unterschiede in der Störsensibilität von Anwohnern gegenüber dem Lärm nach Ort und Zeit und möglichen Schutzeffekten wie dem Schließen von Fenstern. In zwei Untersuchungen - einer Schweizer zur Wirkung von Straßen- und Eisenbahnlärm und einer Deutschen zur Wirkung von Fluglärm am Flughafen München - wurde die Frage behandelt, ob und in welchem Umfang Unterschiede der Belästigungswirkung im Innen- und

Aussenbereich der Wohnung tags und nachts vorliegen. Für den Wohnbereich wurde außerdem untersucht, welchen Einfluß die Fensterstellung auf die Belästigung durch Lärm hat, und wie diese Unterschiede Tags und Nachts ausfallen. In der Schweizer Studie wurden zur Wirkung von Schallschutzwänden und Fenstern 504 Anwohner aus 17 Untersuchungsgebieten der deutsch- und französischsprachigen Schweiz telephonisch befragt. Berechnet wurden die individuellen Belastungen zu jeder Wohnung mit und ohne Lärmschutzwände und die Dämmleistung der Wände für Tag- und Nachtverkehr. Das Pegelmittel betrug tags nach dem Bau der Lärmschutzwände 58 dB(A) Leq, vor dem Bau 64 dB(A). Die Dämmleistung der Anlagen lag im Mittel bei 6 dB(A) (Range 0-17 dB(A)). Die Belastung nachts lag durchschnittlich um 8 dB(A) tiefer. Das Pegelmittel der Kontrollstichprobe lag bei 63 dB(A). In einer Untersuchung am Flughafen München wurden 775 Anwohner an 25 Untersuchungspunkten an allen Flugrouten, die Siedlungsgebiete tangieren, befragt. Die Pegel wurden mit einem Rechenmodell als Leq für Tag- und Nachtbelastung durch Fluglärm bestimmt. Tags waren die Anwohner im Mittel über alle Stichproben mit 46 dB(A), nachts mit 36 dB(A) Fluglärm belastet. Ergebnisse beider Untersuchungen: Die Gesamtbelastung der Anwohner wird beherrscht durch die Belästigung im Aussenbereich und die Innenraumsituation bei offenem Fenster tags. Bei geschlossenen Fenstern liegt in allen Gebieten die Belästigung unter 10 % HA. Erst ab 5 dB(A) Dämmleistung der Wände ist eine Verminderung der Belästigung nachweisbar, ab 10 dB(A) und mehr ist eine starke Verbesserung der Wohnsituation beobachtbar: Als Folge der Dämmleistung der Wände wird die Belästigung bei offenen Fenstern tags und nachts stark reduziert, ebenso die Belästigung im Aussenbereich (Balkon, Garten). Die Gestaltung der Wände spielt keine wesentliche Rolle, die Zweckerfüllung ist in den Augen der Anwohner durch starke Dämmleistung gegeben. In beiden Studien zeigt sich eine Differenz von etwa 10 dB(A) Leq bzgl. der Tag- Nachtempfindlichkeit der Anwohner gegenüber Lärm.

Di. 17:05 Uhr Raum H 40

Belästigung II

## **Lärmbelästigung durch Straßenverkehr - (k)ein Sound Quality Thema?**

Krebber, Winfried, Dr.-Ing. Klaus Genuit, Dr.-Ing. Roland Sottek  
*HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Obwohl die Belästigung durch Verkehrslärm in weiten Teilen der Welt erhebliche Auswirkungen auf das Wohlbefinden der Bevölkerung hat, spielen Sound Quality Ansätze für die Bewertung der Schallemission

bislang eine untergeordnete Rolle. Die eingeführten Verfahren berechnen lediglich den A-bewerteten Schalldruckpegel unter standardisierten Vorbeifahrtbedingungen (ISO 362), der jedoch in keiner Weise der komplexen Beschallungssituation z.B. in einer Innenstadtstraße gerecht wird. Das europäische Forschungsprojekt SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise, G6RD-CT-1999-00113) verfolgt daher neue Ansätze zur Untersuchung solcher Soundscapes. Dazu wurde zunächst eine Geräuschdatenbank aus Verkehrsgeräuschen in verschiedenen Straßen und Vorbeifahrtaufnahmen einzelner Fahrzeuge zusammengestellt. Diese bildet die Basis für die subjektive Evaluierung. Neue Sets semantischer Differentiale wurden für die Beschreibung von Verkehrsgeräuschen und Einzelvorbeifahrten entwickelt. Darüber hinaus konnten physiologische Auswirkungen von Verkehrsgeräuschen nachgewiesen werden. Signifikante Unterschiede ergeben sich für unterschiedliche verkehrstechnische und architektonische Gestaltung der Straßen. Aus der Sicht von Fahrzeugherstellern und Zulieferern ist dagegen die Frage interessant, auf welche Weise die einzelnen Fahrzeugkomponenten die dominanten Elemente des Soundscapes beeinflussen. Ein Verfahren zur Synthese von Vorbeifahrtgeräuschen aus den einzelnen Komponenten ist in weiteren Beiträgen [1], [2] beschrieben. Die Auswirkungen auf die Soundscapes in Städten werden diskutiert.

[1] Roland Sottek, Winfried Krebber, Klaus Genuit: Simulation von Fahrzeugaußengeräuschen. DAGA 2001 [2] Roland Sottek, Winfried Krebber, Klaus Genuit: Simulation des Straßenverkehrsgeräusches in Innenstadtstraßen. DAGA 2002

Di. 15:50 Uhr Raum H 60

Lärm (Aero-Akustik) II

### **Resonanzschalldämpfer mit umgelenkter Gleichströmung**

Jüschke, Matthias, Dirk Ronneberger

*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

In Rohrleitungen eingebaute Resonatoren ändern in der Resonanz meist ihre Eigenschaften, wenn das Rohr durchströmt ist. Bei der betrachteten Anordnung wird die Strömung vor einem angeströmten  $\lambda/4$ -Resonator umgelenkt. Die strömungsbedingte Änderung des Transmissionsfaktors kann bei dieser Geometrie als Schallverstärkung interpretiert werden. Durch geeignete zusätzliche Dämpfung des Resonators kann die Transmission auf Null verringert werden. Dieses Phänomen hängt von der Kantenform der abzweigenden Leitung ab und lässt sich über die Wechselwirkung der umgelenkten Strömung mit dem Schall verstehen.

Di. 16:15 Uhr Raum H 60

Lärm III

**Die Quelle des Geschosknalls**Brinkmann, Heinz*Wehrtechnische Dienststelle für Waffen und Munition, Meppen*

Bewegt sich ein Objekt mit Überschallgeschwindigkeit, so erzeugt es einen Überschallknall. Bei einem Geschoss, das sich mit Überschall bewegt, spricht man von einem Geschosknall. Frühere Untersuchungen über die Entstehung und Ausbreitung sind sowohl hinsichtlich optischer Darstellung (Schlierenaufnahmen), als auch akustischer Darstellung (Knallmessung) gemacht worden. Da diese allerdings niemals am gleichen Ort und zu gleicher Zeit durchgeführt worden sind, gab es bei internationalen Diskussionen wiederholt unterschiedliche Auslegungen vor allem hinsichtlich der Länge bzw. der Dauer des Geschosknalls. Dies war Anlass für eine Studie, die bei der Wehrtechnischen Dienststelle für Waffen und Munition in Meppen durchgeführt wurde. Ergebnisse dieser Untersuchungen mit verschiedenen Geschossen und unterschiedlichen Überschallgeschwindigkeiten werden in Form von Schlierenaufnahmen der Bug- und Heckwelle sowie gleichzeitigen Geschosknallmessungen vorgestellt. Hierdurch kann eine direkte Korrelationen und eine eindeutige Zuordnung der Geschoslänge zur Dauer der N-Welle des Geschosses hergestellt werden.

Di. 16:40 Uhr Raum H 60

Lärm III

**Automatisiertes Verfahren zur Ermittlung und flächenbezogenen Darstellung der Lärmbelastung**Probst, Wolfgang, Bernd Huber*DataKustik GmbH, München*

Es wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem aus den Dateien von Schallimmissionsplänen unter Einbeziehung der von Lärm betroffenen Einwohner Karten der Betroffenheit erzeugt werden können. Nach einer Anregung von R. Hillen, LUA-NRW wird es im Rahmen eines vom MUNLV geförderten Modellprojekts zum Schallimmissionsplan der Stadt Mühlheim angewendet. Mit dieser Technik wird die Lärmbelastung mit der hausscharf definierten Einwohnerdichte in einem definierbaren Quadrat räumlich gemittelt und dem Mittelpunkt dieses Quadrats zugewiesen. Durch Verschiebung in Rasterschritten ergibt sich so eine Belastungskarte, deren „Auflösung“ über die Quadratgröße gesteuert werden kann. Das Verfahren ist generell zur räumlichen Mittelung und Darstellung beliebiger Kenngrößen geeignet.

Di. 17:05 Uhr Raum H 60

Lärm III

**Computerunterstützte Schallflussmodellierung in Anlagen**

Probst, Wolfgang, Bernd Huber

*DataKustik GmbH, München*

Es wird ein neues Softwarekonzept vorgestellt, mit dem technische Schallquellen für die Zwecke der Schallimmissionsprognose unter Einbeziehung der inneren Quellen und Schallflüsse modelliert werden können. Das System besteht aus fertigen Bausteinen für Motore, Getriebe, Pumpen, Lüfter, Luftkühler, Kühltürme und andere Komponenten, die zu gesamten Anlagen kombiniert werden können. Wenn in einer verketteten Anlage wie einem Lüfterstrang in der Raumluftechnik der Schallfluss durch einen Schalldämpfer gemindert wird, so reduzieren sich automatisch die Emissionen aller nachgeschalteten Komponenten in korrekter Weise. Nach dem Input in ein beliebiges, z. B. im Rahmen eines Schallimmissionsplanes erarbeitetes Szenario können die für die Schallentstehung wichtigen Parameter geändert und so Lärmminde- rungskonzepte in ihrer Auswirkung auf die Umwelt untersucht werden.

Di. 15:50 Uhr Raum H 50

Room &amp; BuildingAcoustics II

**Different aspects of the effect of sealing on the acoustic performance of windows**

Nurzynski, Jacek,

*Building Research Institute, Warsaw, Poland*

Various factors influence the sound insulation of windows and it is not only a question of the glazing structure and components. The analysis of collected results of acoustic tests has shown the considerable difference in the sound reduction index values obtained for windows with the same glazing. In the case of windows made of PVC sections with standard units 4/16/4 the values of  $R_w$  index were in the range (32 - 39) dB. To find the reason for such a spread different technical factors were analyzed, among others the sealing. Two main aspects were considered; the sealing as the direct path of sound transmission and perimeter seals as the support element of window sash. In the first case the windows with full and reduced air tightness were investigated separately (in accordance with Polish regulations in the case of buildings with natural ventilation the value of air permeability coefficient should be within the range of 0.5 - 1  $m^3/mhdaPa^2/3$ ). The method of air tightness reduction is of great importance while it is considered as the reason for the drop in sound insulation. The analysis of existing data as well as the results of additional experiments indicate that the seals acting as a support of

window sash also influence their acoustic performances. Sound insulation measurements carried out for samples of PVC windows and then for sashes taken from these windows assembled rigidly in the test opening support such a hypothesis.

Di. 16:15 Uhr Raum H 50

Room & Building Acoustics II

### **Sound insulation of external thermal insulation composite systems (ETHICS)**

Scholl, Werner,

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

External thermal insulation composite systems (ethics) can improve or worsen the sound reduction of the basic walls. In this paper some simple models are presented which allow to estimate some of the effects influencing the sound reduction index for direct and flanking transmission. A special problem is to characterise the acoustic performance of the basic wall and the thermal insulation lining separately. A report is given about the current European standardisation efforts (CEN TC 126/WG1, adhocgroup 5) to define a laboratory measuring method for the sound reduction index improvement of linings. The specific frequency response of 'ethics' with a pronounced dip at low frequencies yields special problems to find a single number rating procedure which correlates well with the subjective impression. The use of the spectrum adaption terms C and Ctr is discussed.

Di. 16:40 Uhr Raum H 50

Room & Building Acoustics II

### **Influence of wall construction on the acoustical behaviour of ETHICS**

Weber, Lutz, Yanchang Zhang, Dieter Brandstetter

*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

External thermal insulation composite systems (ETHICS) are used to improve the heat insulation of the outer walls of buildings. They consist of a heat insulating layer (mostly mineral fibre or polystyrene) which is fixed to the surface of the wall and covered by a plaster coat. Besides the enhancement of heat insulation ETHICS also change the acoustical properties of the supporting wall. Depending on construction (thickness and stiffness of the insulating layer, mass of the plaster coat) the sound insulation of the wall can be either increased or reduced.

According to the usual calculation model, which is based on a simple mass-spring-mass system, the acoustical behaviour of ETHICS is almost independent from the supporting wall. This is due to the simplified approach of the model, which only uses the mass of the wall and doesn't consider other important properties, such as thickness, stiffness, perforation and damping. Practical experience, however, shows, that this in some cases is not correct. Because of the interaction with the wall the

acoustical values of ETHICS can not be simply transferred from one wall to another, at least if the structure of the walls is different.

To investigate this problem we collected and evaluated measuring data for several different combinations of ETHICS and walls. We give a short survey of the main results and present first explanations and conclusions for the observed effects.

Di. 17:05 Uhr Raum H 50

Room & Building Acoustics II

### **Reverberation Condition Evaluation for Rectangular Rooms with Non-Uniformly Distributed Sound Absorption**

Kostek, Bozena (1), Reinhard Neubauer (2)

*(1) Sound & Vision Engineering Department, Technical University of Gdansk, Poland (1), (2) Consulting Bureau, Ingolstadt*

Conditions of non-uniformly distributed absorption are encountered in prevailing number of hall design projects, especially when considering the presence of audience. A survey on modeling reverberation conditions in rectangular rooms with non-uniformly distributed absorption is presently conducted in many research centers. The aim of this paper is to compare prediction results obtained for various reverberation time formulae, including both classical ones and those worked on within the CEN standardization framework. In addition, the results obtained by measuring reverberation time in situ and those predicted for the same enclosure are compared. For the purpose of modeling reverberation conditions the CATT-Acoustic program is used. Listening tests enabling to assess reverberation conditions subjectively are performed based on impulse responses of modeled rooms computed with the auralization module of the CATT-Acoustic program. For this purpose a number of sound excerpts recorded in an anechoic chamber are used. Experts' preferences as to modeled reverberation conditions are illustrated in charts. Conclusions are also drawn and included.

Di. ab 19:15 Uhr Audimax

Öff. Abendvortrag Ahrens

**Das Positiff mit süßem hal Schlag ich auff Bürgerlichem Sal ... Zur Geschichte der Orgel im Konzertsaal**Ahrens, Christian*Bochum*

Der Überlieferung nach wurde die Orgel im 3. Jh. vor Christus in Ägypten von dem Techniker Ktesibios erfunden, sie war zunächst ein weltliches Instrument. Noch in Byzanz diente sie ausschließlich der musikalischen Untermalung von Festlichkeiten und Zeremonien, nicht zuletzt Staatsempfängen und Umzügen im Freien, in der Kirche hatte sie keinen Platz. 757 n. Chr. machte der Kaiser von Byzanz dem fränkischen König Pippin dem Kurzen eine Orgel zum Geschenk, die großes Aufsehen erregte. Gleichwohl äußerten sich die Kirchenväter zunächst durchweg ablehnend zu einer Verwendung der Orgel im Gottesdienst. Erst im Laufe des 11. Jahrhunderts änderte sich die Situation: von da an galt die Orgel als zutiefst christliches Instrument und dieses Image trägt sie z.T. noch heute.

Seit dem 16. Jh. fanden Orgeln zunehmend Verwendung beim Musizieren in den Häusern von Bürgern und Adligen. Aber erst Mitte des 18. Jhs. wurden in England erstmals öffentliche Räume mit Orgeln ausgestattet. Es handelte sich zumeist um Theater oder um Etablissements, die man „pleasure gardens“ nannte: Gasthäuser, in denen die Gäste Speisen und Getränke sowie verschiedene künstlerische Darbietungen genießen konnten. Im Laufe des 19. Jhs. ging man dazu über, vorhandene Konzerträume nachträglich mit Orgeln auszustatten und für Neubauten solcher Räumlichkeiten von Anfang an eine Orgel einzuplanen. Heute zählen Orgeln zur 'Normalausstattung' von Konzertsälen, selbst in vielen asiatischen Ländern, und es entstand ein eigener Typus: die Konzertsaalorgel.

Mi. 8:30 Uhr Raum H 10

Plenarvortrag Kohlrausch

**Audio-visuelle Interaktion**Kohlrausch, Armin*Philips Research Laboratories Eindhoven und Technische Universiteit Eindhoven*

In der alltäglichen Wahrnehmung unserer Umgebung erfahren wir durchgängig eine multi-sensorische Welt. Die Integration der Information in den verschiedenen sensorischen Modalitäten wird dadurch ermöglicht, dass multisensorische Stimuli im allgemeinen eine spezifische räumliche, zeitliche und kontextuelle Beziehung haben, wenn sie vom selben Objekt hervorgerufen werden. Bei technischen Systemen ist diese enge Kopplung nicht immer gegeben, Lautsprecher haben oft einen großen Abstand zum Bildschirm, durch aufwendige Kodierungsverfahren oder durch Internetübertragung kann die zeitliche Relation zwischen Bild und Schall verändert werden und bei der gleichzeitigen Verwendung von akustischen und visuellen Icons in Benutzeroberflächen ist der inhaltliche Bezug frei wählbar. Um technische Systeme so gut wie möglich auf die perzeptiven und kognitiven Fähigkeiten des menschlichen Benutzers abzustimmen, muss die Zusammenarbeit zwischen der grundlagenorientierten experimentellen Wahrnehmungsforschung und den verschiedenen Anwendungsbereichen stimuliert werden, und hierzu soll dieser Vortrag beitragen.

In dem Vortrag wird zunächst eine Übersicht über aktuelle grundlagen- sowie anwendungsorientierte Forschungsfragen auf dem Gebiet der audio-visuellen Interaktion gegeben. Im zweiten Teil des Vortrages werde ich genauer auf die Frage eingehen, welche Folgen zeitliche Asynchronie zwischen auditorischen und visuellen Stimuli hat. Hierzu werde ich eigene aktuelle Daten zur Wahrnehmbarkeit von festen und zeitlich variablen Verzögerungen zwischen Bild und Schall vorstellen und die Effekte durch Demonstrationen erfahrbar machen.

Mi. 9:15 Uhr Raum H 10

Plenarvortrag Stepnowski

**Sate of the art of acoustic methods for sea-floor characterisation and classification**Stepnowski, Andrzej*Technical University of Gdansk, Department of Remote Monitoring Systems*

Sea-floor characterisation and classification is important in many fields including marine geology, hydrography, marine engineering, environmental sciences, and fisheries. In last two decades, the acoustic methods for sea-floor characterisation, as being non-invasive, faster and more cost effective than other methods, e.g. geological cores, became

well recognised and useful tool in rapid geological analysis and bottom sediment mapping. In general, two concurrent and to some extent complementary approaches are used in this application, depending on the type of sonar system used. The first approach includes so-called vertical or normal incidence methods, which use echo signals from conventional, single beam echosounder. These methods can be roughly categorised as follows: - measurement of the first and second bottom echo; - comparison of bottom echo shape with patterns obtained from theoretical backscatter models; - techniques using wideband (chirp) signals and parametric arrays; - analysis of various parameters of bottom echo (spectral, statistical, time-frequency, wavelet coefficients, fractal dimension); - analysis of bottom echo using expert systems; mostly neural and neuro-fuzzy networks. The second approach uses so-called swath observation methods employed side-scan and multibeam sonars. The advantages of these methods consist in wider surveying range and intrinsic availability of the angular dependence of the seafloor backscatter. Basically, two concurrent approaches are in use, viz.: 1) image processing, 2) multibeam echo signal processing. The first approach lies in sonar image-based segmentation into discrete classes. It is performed by calculation of some set of parameters describing acoustic backscatter characteristics within given pixel's neighbourhood. These parameters include: statistical parameters, echo level histogram values, spectral parameters of the image's spatial diversity within the pixel's neighbourhood and parameters from texture analysis. The second approach of seabed characterisation using multibeam sonar consists in analysing the estimate of the dependence of backscattering strength of seabed on the incident angle and subsequent use of it as a bottom type signature. Concurrently to the seabed classification methods using acoustic techniques, the associate tasks related to the bottom imaging and mapping, were also developed during the last decade. These methods constitutes important complementary tool to the classification tasks, allowing enhanced seafloor characterisation. Such a combined approach, provide the user not only with the data on classified bottom types, but also allows presentation of these data in various forms of 3D images and maps of seafloor.

**Temperature distribution and its influence on piezo-PAS characteristics-theoretical approach**Malinski, M.*Department of Electronics, Technical University of Koszalin, Koszalin, Poland*

In this paper the general temperature distribution equation describing the temperature alongside the thickness of a sample on the insulating backing is presented  $T(x, b, l, a, f, l)$  where  $l$  is the thickness of a sample,  $x$  is the coordinate  $0 < x < l$ ,  $b$  is the optical absorption coefficient of the sample,  $a$  is the thermal diffusivity of the sample,  $f$  frequency of the modulation of the beam of light,  $l$  is the thermal conductivity. This equation describes the most general case of the temperature distribution and it is shown that in this sense it can be treated as a 'mother equation' of all temperature distributions of practical interest in the literature concerning PAS problems met in the microphone and piezo detection. For example  $T(0, b, l, a, f, l)$  is so called Temperature Front equation  $T(l, b, l, a, f, l)$  is the temperature Rear one (Benett & Patty),  $T(0, \Upsilon, l, a, f, l)$  and  $T(l, \Upsilon, l, a, f, l)$  are well known Temperature Front and Rear equations for optically opaque materials and  $T(0, \Upsilon, a, f, l)$  is so called Uzafe's temperature equation to mention but a few. They can be treated as special cases of the general temperature distribution equation presented.

What's more important this equation gives the exact temperature distribution alongside the sample i.e. the distribution of the instantaneous temperature in any moment of time as also distribution of the amplitude and phase of the temperature. These temperature distributions are illustrated by the presented diagrams. They are very important as they are necessary for the computations of the piezo-PAS spectra where the measured signal depends among others on the temperature distribution in the sample. Examples of the piezo-PAS spectra computed for different temperature distributions in the frame of the proposed modified Jackson-Amer equation are presented and discussed too. The theoretical computations concerning both amplitude and phase piezo-PAS spectra were experimentally checked for the series of semiconductor compounds and the comparison is presented in the paper. The comparison of the theory and experiment proves the correctness and usefulness of the model in the study of optical parameters of semiconductor materials.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 100

Photoacoustics I

**Interpretation of the piezo-PAS spectra of AII-BVI compounds with a modified Jackson-Amer equation**

Malinski, M.(1), J. Zakrzewski (2), H. Meczynska (2)

*(1)Department of Electronics, Technical University of Koszalin, Poland**(2) Institute of Physics, Nicolaus Copernicus University, 87-100 Torun, Poland*

Piezo PAS spectra are difficult for interpretation because they depend on many physical and experimental factors. One of the essential factors is the temperature distribution in the sample and the other is the correct equation describing the piezo PAS signal being among others the function of the above mentioned General Temperature Distribution Equation (GTDE). This paper presents the example characteristics of piezo-PAS spectra of the series of AII-BVI compounds and obtained fitting of the theoretical characteristics to the experimental results. The theoretical characteristics were computed with the general temperature distribution equation and modified Jackson-Amer equation. The presented results comprise the following AII-BVI compounds: CdSe, CdZnMgSe, ZnTe, ZnSe, ZnMgSe, ZnBeSe. Both the experimental and theoretically obtained amplitude and phase spectra of these compounds are presented. In all cases the fitting parameters of the model are listed and the spectral distributions of the optical absorption coefficient of these compounds are presented and discussed. It is shown that for all experimental samples it was possible to extract all optical parameters necessary for description of the optical absorption spectra i.e. Eg, Ao, bo, g. The correlation of the experimental results and theoretical characteristics proves that the model of the piezo-effect presented in this paper is correct and is a useful tool for further applications in the field of investigations of other semiconductor materials of interest.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 100

Photoacoustics I

**The Influence of the Quality of CdTe Surface on the Photoacoustic Characteristics.**

Bychto, L., M. Malinski

*Institute of Electronics, Technical University of Koszalin, Koszalin, Poland*

In this paper the results of the photoacoustic spectral studies of CdTe samples are presented and discussed. Two models (thermally thick and optically thick sample - model of Ouzafe and finite dimension approximation - model of Bennett and Patty) do not explain experimentally obtained amplitude and phase characteristics for the wavelengths of the

exciting light below energy gap of the CdTe (830nm). So, for the purpose of interpretation of the experimental results the following thermal models were checked. 1) Model of electron traps or metastable states. The influence of the excited metastable states that could be present in the volume of CdTe samples on the frequency domain amplitude and phase characteristics was checked. The results of computations show the phase of the PA signal as a function of the frequency of modulation in the case when the PA signal is the complex superposition of the fast and slow contributions. This approach was not successful as it predicts the shift of the phase towards -180 deg instead -70 deg. The phase characteristics were examined in the wide range of parameters but the results can not be explained in the frame of this model. 2) The model of a thin thermally insulating semitransparent layer on the thick CdTe sample. In this model some part of the exciting intensity of light is absorbed in the surface of the oxide layer and some part of the intensity is absorbed in the volume of CdTe. The PA signal in this case is the complex superposition of the two contributions. This model explains not only qualitatively but also quantitatively all the experimentally obtained frequency and spectral characteristics. The coincidence of the theoretically obtained curves and experimental results is the proof that an oxide layer can be responsible for the changes of the characteristics which were observed in an experiment. The mathematical character of the first contribution was established.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 100

Photoacoustics I

### **The comparison of sensitivities of different photoacoustic approaches in the field of determination of the thermal diffusivity**

Bychto, L., M.Malinski

*Institute of Electronics, Technical University of Koszalin, Koszalin, Poland*

In this paper the analysis of the sensitivity of different frequency domain photoacoustic approaches on the changes of the thermal diffusivity of the measured material is shown and discussed. From the point of view of determination of the thermal diffusivity from the frequency domain amplitude and phase characteristics the range of frequencies applied is one of the most important factors that determines the accuracy of its determination. The optimal range of the frequencies applied is determined by first of all the thermal diffusivity of a measured material and its thickness by the characteristic frequency  $f_0 = a / (2pd^2)$ . The sensitivity of a given approach is estimated from the equation: where  $p$  is in the range  $p = f_0 \pm 50\% \times f_0$ . The sensitivity was analysed in the three ranges of the modulation frequencies: a)  $0.1f_0 < f < f_0$ ; b)  $0.5f_0 < f < 1.5f_0$ ; c)  $f_0 < f < 10f_0$ ; for six measuring methods

„Amplitude Front“, „Amplitude Rear“, „Phase Front“, „Phase Rear“, „Ratio Ampl.Front/Ampl.Rear“, „Phase lag Front-Rear“ In the range of low frequencies i.e.  $0.1f_0 < f < f_0$  the most sensitive methods are „Phase-Lag“, „Amplitude Rear“ and „Amplitude Front“. In the range of medium frequencies  $0.5f_0 < f < 1.5f_0$  the most sensitive are: „Phase-Lag“, „Amplitude Rear“, „Amplitude Front“. In the range of high frequencies the best methods are: „Amplitude Rear“, „Ratio of Amplitudes“, „Phase Lag“. The influence of an accuracy of the thermal diffusivity on the value of the optical absorption coefficient determined from different PAS experiments is shown and discussed.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 100

Photoacoustics I

### **Thermal Diffusivity Measurements of $Zn_{1-x-y}Be_xMn_ySe$ Mixed Crystals by Photoacoustic Method**

Zakrzewski, J., F. Firszt, S. Legowski, H. Meczynska, M. Pawlak

*Institute of Physics, Nicolas Copernicus University, Torun, Poland*

The Mn-based diluted magnetic semiconductors have recently received the great attention.  $Zn_{1-x-y}Be_xMn_ySe$  has been successfully used as spin aligner with injection efficiency of 90 % spin polarized current into nonmagnetic semiconductor light emitting diodes [1]. This paper deals with the investigations of thermal properties of  $Zn_{1-x-y}Be_xMn_ySe$  bulk crystals by photoacoustic method. The investigated crystals were grown by high pressure Bridgman method under argon overpressure using a powder mixture of ZnSe, Be and Mn as a starting material. The obtained crystals were cut into 1-1.5 mm thick plates and mechanically polished. Some plates were annealed in zinc atmosphere. For investigation of continuous wave photoacoustic spectra a piezoelectric transducer (PZT) and an open cell were used. The absorption coefficients for crystals with different x and y have been derived from appropriate photoacoustic spectra and the band gap energies were determined. Quantitative analysis of the photoacoustic spectra were performed using Jackson-Amer model. A single signal method with piezoelectric detection has been used for determining the thermal diffusivity. The samples were irradiated with modulated light in the strong absorption region. Following Blonskij et. al. [2] the dependence of amplitude and phase of PA signal versus light modulation frequency was examined. The thermal diffusivity was determined as a fitting parameter to the phase as well as to the amplitude of the signal for different concentrations of Be and Mn.

[1] R. Fiederling, M. Keim, G. Reuscher, W. Ossau, G. Schmidt, A. Waag, L. W. Molenkamp, Nature 402, 787 (1999)

[2] I. V. Blonskij, V. A. Thoryk, M. L. Shendeleva, J. Appl. Phys. 79, p 3512 (1996)

Mi. 10:25 Uhr Raum H 80

Ultraschall I

**Schallabstrahlung von Ultraschall-Skalpellen in Luft**

Borys, M. (1), T. Fedtke (1), U. Richter (1), B. Pöhl (2)

(1) *Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig*, (2) *Ethicon Endo-Surgery GmbH, Norderstedt*

Ultraschall-Skalpelle, auch Ultraschall-Dissektoren genannt, werden in der offenen und endoskopischen Chirurgie in unterschiedlichen Bauarten sowohl zum Schneiden von Gewebe mit geringem Blutverlust als auch zur Koagulation eingesetzt. Hierbei wird das Operationsinstrument, meist verschieden geformte Klingen, zu longitudinalen Schwingungen mit Amplituden von bis zu  $50\mu\text{m}$  und Frequenzen im Bereich des Ultraschalls (55,5 kHz) angeregt. Über die Luftschallabstrahlung dieser Instrumente ist bislang jedoch wenig bekannt. In diesem Beitrag werden Ergebnisse experimenteller Untersuchungen zur Bestimmung der von Ultraschall-Dissektoren in Luft abgegebenen Schalldruckpegel vorgestellt. Da während einer Operation sowohl der Patient als auch der Chirurg dem in Luft abgestrahlten Ultraschall ausgesetzt sind, wurden Messungen der Schalldruckpegel in unterschiedlichen Entfernungen zwischen der Schallquelle und dem Empfänger durchgeführt und die Richtcharakteristik bestimmt. Um die Belastung des menschlichen Ohres einschätzen zu können, erfolgten zusätzlich Messungen der Schalldruckpegel im Gehöreingang eines Kunstkopfes für verschiedene Positionen der Ultraschall-Dissektoren zum Kopf. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden zur Diskussion gestellt.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 80

Ultraschall I

**Charakterisierung eines Ultraschallskalpellens: Akustische Leistung in Wasser und Temperaturerhöhung in Gewebe**

Koch, Ch., T. Friedrich (1), U. Eichfeld (1), F. Metternich (2), B. Pöhl (3)

*Labor für Ultraschall, Physikalisch-Technische Bundesanstalt; (1) Chirurgische Klinik I, Universität Leipzig; (2) HNO-Klinik, Universitätskrankenhaus Eppendorf; (3) Ethicon Endo-Surgery GmbH, Norderstedt*

Ultraschallskalpelle ermöglichen neben minimal invasiver Präparation von Gewebe eine blutungsfreie Durchtrennung von Gefäßen. Die Wirkungsweise beruht auf einer Metallklinge, die von einem Hochleistungsultraschallwandler in longitudinaler Richtung zu Schwingungen angeregt wird. An der Grenzfläche zwischen Klinge und Gewebe treten bei der Anwendung lokal sehr hohe Temperaturen auf, die zu einer Koagulation des Gewebes und zum Verschluss von Gefäßen führen.

Gleichzeitig wird allerdings Ultraschall in den Körper des Patienten eingekoppelt, der zu empfindlichen Körperteilen, wie dem Ohr weitergeleitet werden kann.

Für eine Einschätzung der Wirkung dieser Schallwellen ist die Messung der akustischen Ausgangsgrößen in Wasser notwendig. Dazu wurde eine Hydrophonmessung in einem 1,5 m großen Tank durchgeführt, wobei sich herausstellte, dass nur für kleine Klingen bei niedrigen Leistungsstufen ein sinnvoller Wert bis ca. 10 W ermittelt werden konnte. In allen anderen Fällen führte Kavitation oder Verdampfung des Wassers an der Klingeoberfläche zu einer Verfälschung der Leistungswerte wobei Werte mit und ohne Kavitation um bis zu einen Faktor von fünf differierten.

Die während des Schneidens entstehende Wärme führt auch im benachbarten, unbeteiligten Gewebe zu erhöhten Temperaturen. Um einschätzen zu können, wie groß der einzuhaltende Abstand zu Gefäßen oder Organen sein muss, wurde mit neu entwickelten Temperatursensoren die Temperaturerhöhung in Lungengewebe gemessen. Dabei wurde sowohl *in vitro* als auch innerhalb eines Tierexperiments *in vivo* in verschiedenen Abständen zur Klinge und in unterschiedlichen Anwendungssituationen gemessen. Die Auswertung der Messwerte und der Vergleich mit histologischen Untersuchungen ermöglichte es, die Schädigung bzw. Gefährdung des Gewebes quantitativ zu beschreiben und die Ausdehnung der gefährdeten Umgebung festzulegen.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 80

Ultraschall I

### **Vergleich der Schallfelder handelsüblicher Leistungswandler**

Sobotta, R.

*Elma GmbH & Co. KG*

Dem Anwender von Ultraschallgeräten und -anlagen ist häufig nicht bekannt, wie die Schalldruckverteilung in dem verwendeten Ultraschallbecken aussieht. Es wird daher ein Überblick über handelsübliche Wandler- und Wannengeometrien aus dem Bereich der Ultraschallreinigung gegeben. Außerdem wird die Schallabstrahlung von Desintegratoren, großflächigen Tauchschwingern, Rohrschwingern und Verbundschallplatten mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen diskutiert. Hierzu werden die Schallfeldgeometrien der unterschiedlichen Schwinger verglichen. Vorgestellt werden Mess- und Simulationsergebnisse. Da die in Ultraschallgeräten verwendete Signalform in der Regel nicht sinusförmig ist, wird auch auf die Ansteuerung der Wandler mit unterschiedlichen Signalformen eingegangen.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 80

Ultraschall I

**Charakterisierung eines optischen Interferenzschichthydrophons für die Anwendung als breitbandiges Referenzmesssystem**Wilkens, Volker*Physikalisch-Technische Bundesanstalt*

Optische Hydrophone, die als empfindliches Element ein dielektrisches optisches Interferenzschichtsystem verwenden, können vorteilhaft zur zeitlich und räumlich hochauflösenden Messung von Ultraschallfeldern eingesetzt werden. Das Messprinzip beruht auf der elastischen Deformation des als Mikroiinterferometer wirkenden Schichtsystems durch eine einfallende Schallwelle und der Detektion der dadurch erzeugten optischen Reflexionsgradmodulation. In dem Beitrag wird ein Messaufbau diskutiert, bei dem sich das Schichtsystem mit einer Dicke von weniger als  $2\mu\text{m}$  auf einer Glasplanplatte mit 25 mm Durchmesser befindet und die Reflexionsgradänderung durch einen rückwärtig auf das Schichtsystem treffenden Laserstrahl detektiert wird. Bei nicht senkrechter Lichteinstrahlung auf das Schichtsystem ergibt sich eine besonders einfache, effiziente und robuste optische Detektionsanordnung. Es wird eine umfassende Charakterisierung der akustischen Eigenschaften dieses Messsystems vorgenommen. Dazu gehören die durch primäre Kalibrierung bestimmte akustische Übertragungsfunktion im Frequenzbereich von 1 bis 75 MHz, die Bestimmung der Empfindlichkeit (minimal detektierbarer Schalldruck) und Untersuchungen zur Langzeitstabilität. Besondere Aufmerksamkeit wird ferner der Untersuchung der Empfangsrichtcharakteristik des Sensors gewidmet, da sich hier im Vergleich zu konventionellen Hydrophonen einige Besonderheiten ergeben. Die Ergebnisse zeigen, dass das optische Interferenzschichthydrophon vor allem aufgrund der in einem weiten Frequenzbereich konstanten Übertragungsfunktion für die Anwendung in Substitutionskalibrierverfahren besonders geeignet ist. Durch Impulskalibrierungen mit dieser Referenz kann auf einfache Weise die komplexe Übertragungsfunktion von Hydrophonen und Glasfasersensoren breitbandig bestimmt werden.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 80

Ultraschall I

**Elastische und elastooptische Eigenschaften dielektrischer Schichten für interferenzoptische Hydrophone**Klann, Martin, Christian Koch*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Labor 1.43 Ultraschall, Braunschweig*

Interferenzoptische Hydrophone erreichen eine hohe räumliche und zeitliche Auflösung, indem der Schalldruckeinfluss auf die Intensität

oder die Phase einer Lichtwelle genutzt wird. Eine Möglichkeit zur Umsetzung akustischer Signale in Lichtintensitätsänderungen besteht in der Verwendung eines dielektrischen Vielschichtsystems, das auf einer Glasfaserspitze oder einem ausgedehnten Glassubstrat aufgebracht ist. Alternierend hoch- und niedrigbrechende Schichten bilden dabei ein Mikro-Fabry-Perot-Interferometer, das durch Schalldruck deformiert wird und damit seine Reflexionscharakteristik ändert. Die Übertragungseigenschaften dieses Mikro-Interferometers werden durch die elastischen sowie elasto-optischen Eigenschaften der Schichtmaterialien bestimmt. Aufgrund der mechanischen Stabilität sowie der nicht-hygroskopischen Natur sind magnetron-gesputterte (meist oxidische) Schichten hier besonders geeignet. Neben niedrigbrechendem  $\text{SiO}_2$  kommen verschiedene Materialien für die hochbrechenden Schichten in Frage, über deren hier relevante Eigenschaften bisher wenig bekannt ist. Dieser Beitrag stellt die Untersuchungen der elastischen und elasto-optischen Eigenschaften gesputterter Dielektrika anhand der Ausbreitungseigenschaften laserinduzierter akustischer Oberflächenwellen vor. Ein gütegeschalteter Rubin-Impulslaser erzeugt auf ein- oder mehrfach beschichteten Substraten eine thermoelastische Deformation, die u.a. zur Bildung einer Rayleigh-Welle auf der Oberfläche führt. In verschiedenen Abständen zur Anregung wird die Oberflächenauslenkung sowie die Änderung der Reflexion am Schichtsystems detektiert. Die gemessene Schallgeschwindigkeit hängt von den elastischen Eigenschaften der Beschichtung wie E-Modul und Poisson-Zahl ab, die hier bestimmt werden. Darüber hinaus ändert die Deformation durch die Rayleigh-Welle die optischen Eigenschaften der Beschichtung, insbesondere über den elasto-optischen Effekt deren Brechungsindex. Durch das erweiterte Verständnis der Schichteigenschaften und die Verwendung der quantitativen Daten in entsprechenden Modellen wird die theoretische Vorhersage der Übertragungseigenschaften interferenzoptischer Vielschicht-hydrophone verbessert und eine weitere Optimierung der Schichtsysteme in Hinblick auf die Anwendung als Drucksensor im Ultraschallbereich ermöglicht.

Mi. 10:25 Uhr Raum H 90

Sprachakustik

**Mobiles Aufnahmesystem für Sprachtechnologie-Anwendungen**Koloska, Uwe, Diane Hirschfeld*voiceINTERconnect GmbH*

Anwendungen der Spracherkennung und Sprachsynthese erfordern zu meist große Mengen an Datenmaterial verschiedener Sprecher, das zu dem unter Bedingungen aufgenommen sein sollte, die den realen Bedingungen des Anwendungs- bzw. Produktszenarios möglichst nahe kommen. Es wird ein mobiles System für Aufgaben der Datensammlung und Korpuserstellung im Bereich der Sprachkommunikation vorgestellt, das die folgenden Anforderungen erfüllt:

- Aufnahme und Digitalisierung von Sprach- und anderen Audiosignalen
- Kompaktheit und Robustheit der gewählten Komponenten
- Sicherstellung einer hohen Qualität der Aufnahmen
- Einsatzfähigkeit an beliebigen Orten (Studio, Freiluft, KFZ etc.)
- einfache Datensicherungsmöglichkeiten

Diese Ausrüstung wird durch ein Tool zur Verwaltung, Manipulation und automatischen Aufbereitung des Audiomaterials (WiGE) vervollständigt. Das System wurde bereits bei Korpusaufnahmen für die Sprachsynthese erprobt. Der Artikel dokumentiert die Systemeigenschaften und beispielhaft das Vorgehen bei der Durchführung und Aufbereitung von Sprachaufnahmen.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 90

Sprachakustik

**Qualität akustischer Kommunikationssysteme im Einsatz in Call Centern und Büros**Feneberg, Gregor*Müller-BBM GmbH, Planegg*

Im Rahmen einer Forschungsarbeit für die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wird die ergonomische Qualität verschiedener Kommunikationssysteme geprüft. Am Beispiel von Headsets für Call Center und schnurloser Telefone für den Büroeinsatz werden Zwischenergebnisse dieser Arbeit vorgestellt. Insbesondere der Einsatz von sogenannten Headsets (Hör- und Sprechgarnituren) in Call Centern unterliegen sehr unterschiedlichen Anforderungen. Bedingt durch die vergleichsweise lange Tragezeit in einer angespannten Arbeitssituation ist der Tragekomfort neben der akustischen Qualität eine sehr wichtige Beurteilungsgröße. Darüber hinaus spielen raumakustische Gegebenheiten sowie die Anordnung der Arbeitsplätze zueinander eine große Rolle.

Im Vortrag werden exemplarisch Headsets und Telefone verschiedener Systeme vorgestellt, die hinsichtlich der Kriterien Sprachübertragungsqualität, Ergonomie und Interaktion mit der akustischen Umgebung gemessen, beurteilt und bewertet wurden. Dabei wird auch die Wechselwirkung zwischen akustischer Qualität und Bedienungsaspekten beleuchtet.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 90

Sprachakustik

### **Erkennung regionaler Varietäten des Deutschen unter Verwendung prosodischer Merkmale**

Hagmüller, Martin, Gernot Kubin

*Technische Universität Graz*

In dieser Arbeit wird versucht, allein aufgrund prosodischer Merkmale die nationalen Varietäten des Deutschen in Österreich und Deutschland zu unterscheiden. Es werden die Sprachgrundfrequenz (F0) und Sprachintensität von kurzen Sätzen eines kleinen Datensatzes (je Varietät 90 Sätze/10 Sprecher) analysiert. Es werden Methoden der Parametrisierung der F0 aus der Sprachsynthese (Fujisaki, Intofit) verwendet und auch statistische Merkmale (Standardabweichung, Skewness, Kurtosis, Perzentile) von Signalen wie Ableitung, Korrelation von F0 und Intensität berechnet. Die Merkmale werden mit dem t-Test und mit einem einfachen Klassifikationsalgorithmus bzw. einem mehrlagigen Perzeptron evaluiert. Es werden bis zu 3 Merkmale kombiniert, wobei Kombinationen mit Fujisaki Parametern die besten Ergebnisse liefern. Die Erkennungsrate ist mit 72% vergleichbar mit der, die in der Literatur bisher für die automatische Unterscheidung gänzlich verschiedener Sprachen erzielt wurde.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 90

Sprachakustik

### **Vollautomatische Glottisdetektion bei Hochgeschwindigkeitsaufnahmen**

Anderson, Sven, Dirk Michaelis, H. W. Strube

*Drittes Physikalisches Institut/Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie Göttingen*

Mit dem Ziel, die Korrelation zwischen der Glottisöffnungsfläche und dem Rauschanteil (GNE) in der Stimme zu untersuchen, wurde ein Algorithmus entwickelt, der anhand von monochromen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen der schwingenden Stimmlippen die Glottis (Fläche zwischen den Stimmlippen) vollautomatisch erkennt. Der Hochgeschwindigkeitsfilm wird hierbei als dreidimensionales Bild mit der Zeit als dritte Dimension betrachtet, in dem von automatisch bestimmten Samenpunkten aus ein Volumenwachstumsverfahren bis zu einem ebenfalls automatisch bestimmten Schwellenwert durchgeführt wird. Um

verdeckte Informationsverluste zu vermeiden, kann auch bei geringer Qualität der Aufnahmen auf eine Vorverarbeitung der Bilder verzichtet werden. Dieses Verfahren ermöglicht die Initialisierung weiterführender Kantendetektionsalgorithmen wie z.B. „aktive Konturen“. Der Algorithmus wird beschrieben und erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 90

Sprachakustik

### **Mode locking of voiced speech characterised by reconstructed phase dynamics**

Drepper, F. R.

*Zentrallabor für Elektronik, Forschungszentrum Jülich GmbH*

Voiced speech is characterised by a strong coupling between different oscillatory modes taking part in the combined phonation and articulation dynamics. This gives rise to the well known case distinction in speech synthesis, where the standard source-filter (ARMAX) model is supplemented by a superposition of harmonic functions, whose frequencies and phases are adjusted to the fundamental mode. In contrast to the standard model of speech production, this supplement does not represent a reconstruction of a dynamical system. Existing methods to recognise voicing rely largely on periodicity of the fundamental mode - a feature, which does not hold e.g. for hoarse speech. In this case, it is advantageous to base the determination of the degree of voicing not on measures of periodicity or harmonicity, but on coupling strengths of a suitably reconstructed dynamical system. Coupled oscillatory modes with sufficiently different frequency bands can be separated e.g. by applying a wavelet-like filter bank to the sound signal. Obviously, the frequency resolution of the filter bank has to be increased by subbands. As shown in Drepper (2000), the introduction of phase variables opens the way to set up a general nonlinear multivariate time series model, which is able to express mode locking and whose coupling strengths can be estimated by multiple linear regression. First results give evidence that the modal coupling, characteristic for voicing, can be estimated with high significance. For hoarse speech, in particular, the auto-phase-synchronisation approach towards identification and characterisation of voicing promises an increase in robustness and discriminative power. Lit.: Drepper F.R., Phys. Rev. E 62, 6376(2000)

Mi. 10:25 Uhr Raum H 20 Fahrzeugakustik (Cabrio-Zittern) III

### **Schwingungen in Antrieben**

Fankhauser, Christoph, Gernot Polt

Die vibroakustische Abstimmung von Fahrzeugen hat spürbare Folgen für den subjektiven Komforteindruck von Fahrern. Phänomene wie das Zittern können als unangenehm bis störend empfunden werden. Ist ein definierter Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften der Schwingungsphänomene und dem subjektiven Komforteindruck bekannt, lassen sich bereits in sehr frühen Entwicklungsphasen, auf Basis geeigneter Simulationsmodelle, Vorhersagen über das Schwingungsverhalten des Gesamtfahrzeuges und die Wirkungen auf den empfundenen Komfort ableiten. Darüber kann der Gesamtfahrzeuganalytiker in die Lage versetzt werden, den Zitterkomfort eines beliebigen Cabriolets schon in der Simulationsphase zu definieren. Der Zusammenhang wird über ein Zitterrating auf Basis der Objektivierung von Zittervergleichsfahrten mit 30 Personen in 3 unterschiedlichen Cabriolets auf 3 unterschiedlichen Strecken gefunden. Anschließende Hydropulsuntersuchungen ermöglichen es, den Zusammenhang zwischen Amplituden an den Komfortpunkten und Urteilen der Probanden zu finden. Benchmarks zwischen Cabriolets unterschiedlicher Preisklassen und Zielkunden auf der Straße, am Hydropuls und bei der Überfahrt von Einzelhindernissen zeigen die vielfältige Einsetzbarkeit des Zitterratings auf. Speziell durch die Vorhersagekraft am Hydropulsprüfstand wird das Testen von Fahrzeugen, die der Geheimhaltungspflicht unterworfen sind, möglich. Der Einsatz des Zitterkriteriums für die Voraussimulation wird anhand von Beispielen aus der aktuellen Entwicklungsarbeit präsentiert.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 20 Fahrzeugakustik (Cabrio-Zittern) III

### **Ein modalanalytischer Ansatz zur Bestimmung der globalen Bewegungsformen von Kraftfahrzeugen. (Teil I: Methode)**

Périard, Frédéric, Markus Kosfelder

*Volkswagen AG*

Während der Fahrt erfahren Kraftfahrzeuge Schwingungen, die von den Straßenunebenheiten verursacht werden. Diese Schwingungen werden durch den Reifen-Fahrbahnkontakt über das Fahrwerk in die Karosserie eingeleitet. Betrachtet man die vertikalen Komponenten bei niedrigen Frequenzen (1-40 Hz), ist festzustellen, daß sich die Bewegungen der Karosserie grundsätzlich in Starkkörperbewegungen (Hub, Nicken, Wanken) und elastische Bewegungen (Torsion, Biegung, ...) trennen lassen.

Das Fahrwerk wird so gestaltet, daß es das Fahrzeug vom Straßeneinfluß möglichst isoliert und die Karosserie eine genügend hohe Steifigkeit besitzt.

Um dieses Ziel zu erreichen, werden unter anderem Modalanalysen an der Rohkarosserie durchgeführt. Damit lassen sich deren elastodynamischen Eigenschaften bestimmen. Aber diese Methode verliert ihre Gültigkeit, wenn das Gesamtfahrzeug untersucht wird, da das Fahrwerk nicht lineare Eigenschaften aufweist.

Eine andere Methode besteht aus der Modellierung des Gesamtfahrzeugs mittels FEM.

Um Informationen über das Schwingungsverhalten des Gesamtfahrzeuges zu erhalten, wurde ein neues Verfahren entwickelt. Aus den Vibrationsignalen an steifen Karosseriepunkten gemessen während der Fahrt über eine wellige Landstraße und Annahmen über die Bewegungsformen der verschiedenen Moden wird eine Zerlegung der Betriebschwingung in ihre einzelnen Bewegungsformen durchgeführt.

Dieser erste Artikel stellt die Analysenmethode vor, ein weiterer Beitrag zeigt deren Anwendungen und ihre Gültigkeit.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 20 Fahrzeugakustik (Cabrio-Zittern) III

### **Ein modalanalytischer Ansatz zur Bestimmung der globalen Bewegungsformen von Kraftfahrzeugen (Teil II: Verifikation und Anwendungen)**

Kosfelder, Markus, Frédéric Périard

*Volkswagen AG*

Abgesehen von lokalen Resonanzen, wie z.B. der Lenksäulenresonanz, wird das Schwingungsverhalten der Fahrzeuge im tieffrequenten, komfortrelevanten Frequenzbereich (1 Hz - ca. 40 Hz) besonders durch Starrkörperschwingungen, Fahrwerksresonanzen und das elastische Verhalten der Karosserie geprägt.

Es wurde eine neue auf dem Ansatz der Modalanalyse beruhende Methode entwickelt, die es unter Annahme einer Anzahl von Bewegungsformen gestattet, die bei der Fahrt auftretenden Betriebschwingungen in starre und elastische Bewegungsformen zu zerlegen.

Das Auftreten von zusätzlichen Schwingungsformen läßt sich mit diesem Ansatz feststellen. Durch eine Berechnung von Residuen kann die Qualität der Messungen abgeschätzt werden.

Die Auswirkungen verschiedener Betriebszustände wie z.B. Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit und beschleunigte Fahrt werden betrachtet. Die beschleunigte Fahrt ermöglicht die Bestimmung von fahrzeugspezifischen Bewegungsempfindlichkeiten der betrachteten Bewegungsformen.

Außerdem werden die Auswirkungen verschiedener Fahrzeugaufbauzustände dargestellt.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 20 Fahrzeugakustik (Cabrio-Zittern) III

### **Karosseriezittern von Cabriolets. Vorgehensweise bei Porsche**

Jöst, R.

*EGA3*

1. Einleitung: Was ist Karosseriezittern ? - Beurteilungskriterien, Anregungsmechanismen 2. Karosseriestruktur: Ursache: Reduzierte dynamische Karosseriesteifigkeit Maßnahmen: Dyn. Karosseriesteifigkeit so hoch wie möglich, Einfluß der Knotenlinie der Torsion Einfluß der Lenkungsanbindung Randbedingungen: Package, Übernahmeteile, Gewicht Bewertung/Analyse: FE - Berechnung der Rohkarosserie Experimentelle Modalanalyse an Rohkarosserien Beschreibung der Karosseriestruktur des Porsche Boxsters Leichtbaukarosserie mit karosserieverstärkenden Fahrwerksteilen Sind Karosseriestrukturmaßnahmen ausreichend ? 3. Dämpfungsmaßnahmen - Zusatzmassen als Tilger - Bauteile als Tilger Porschelösung: Aggregat als Tilger 4. Zusammenfassung

Mi. 12:05 Uhr Raum H 20 Fahrzeugakustik (Cabrio-Zittern) III

### **Schwingungskomfort des neuen Audi A4 Cabriolet; das Ergebnis einer Synergie aus Gesamtfahrzeugsimulation und -Versuch**

Böhner, R., Claessens, M.

*AUDI AG, Technische Entwicklung, Ingolstadt*

Ein Hauptentwicklungsziel des neuen Audi A4 Cabriolets war es den besten Schwingungskomfort seiner Klasse darzustellen. Grundvoraussetzung für einen optimalen Fahrkomfort ist eine Karosseriestruktur mit hoher Verwindungssteifigkeit. Gleichzeitig sind hier die Einflüsse von Fahrwerks- und Aggregateschwingungen zu minimieren unter Berücksichtigung der sportlich-fahrdynamischen Auslegung des Fahrzeuges - eine Herausforderung. Notwendige Voraussetzung zur Erreichung dieses Zieles war die enge Zusammenarbeit zwischen Versuch und Simulation. Dies hat unter anderem zu einem cabriospezifischen Strukturkonzept im Bodenbereich der Karosserie, einer optimierten Aggregatlagerabstimmung und einer verstärkten Lenksäulenbindung geführt. Ergebnis ist ein Fahrzeug das sich sportlich und komfortabel fahren lässt und im Bereich Fahrkomfort ein Klassenmaßstab setzt.

Mi. 10:25 Uhr Raum H 70

Raumakustik II

**Der Orchestergraben im Opernhaus: Aufstellung der Instrumentengruppen, Raumgeometrie und -ausstattung**Tennhardt, Hans-Peter*Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken (IEMB) e.V., TU Berlin*

Die historische Entwicklung der Anordnung eines Orchesters vor der Spielfläche eines Operntheaters positioniert den immer größer werdenden Klangkörper unter den Bühnenboden. Damit wachsen die Probleme der optischen und akustischen Korrespondenz zwischen Bühne und Graben. Hinzu kommen die Fragen des selbsterzeugten Schalldruckpegels. Der Beitrag vergleicht am Beispiel des Opernhauses Chemnitz den Einfluss der Öffnungsfläche des Grabens unter den räumlichen Bedingungen der Proszeniumsflächen mit der aus dem Veranstaltungsprofil abgeleiteten variablen Orchestergröße.

Bei einer umfangreichen Akustikprobe mit großer Besetzung wurden Aufstellungsfragen der Instrumentengruppen subjektiv untersucht. Eine für diesen Raum optimale Variante bezüglich der Klarheit, Durchmischung und Brillanz besonders im Streicherklang wird erläutert.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 70

Raumakustik II

**Bericht vom 3. Ringvergleich zur Raumakustischen Simulation**Bork, Ingolf*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Die positiven Erfahrungen beim II. Internationalen Round Robin zur raumakustischen Simulation führten bei allen Beteiligten zu dem Wunsch nach weiteren Möglichkeiten, Berechnungsergebnisse mit Messungen zu vergleichen. Beim III. Round Robin wurde als Simulations/Messobjekt das Musikstudio der PTB ausgewählt; dadurch ergaben sich Möglichkeiten, neben den raumakustischen Parametern nach ISO 3382 auch weitere relevante Größen zu messen: Mit Hilfe von Modellmessungen wurden die Streugrade der Deckenkonstruktion sowie einer Holzwand mit Tiefenabsorbern bestimmt. Der globale Absorptionsgrad dieser Wand konnte durch gleichzeitige Messung der Einzelelemente im Hallraum bestimmt werden. Weiterhin kamen In-situ-Messverfahren zur Absorptionsgradbestimmung zum Einsatz. Die Ergebnisse der Messungen sowie der verschiedenen Phasen der Raumsimulationen werden auf der Webseite der PTB ([http://www.ptb.de/de/org/1/14/1401/\\_index.htm](http://www.ptb.de/de/org/1/14/1401/_index.htm)) allen Interessenten zugänglich gemacht.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 70

Raumakustik II

## **Die Abhängigkeit der raumakustischen Parameter vom Messlautsprecher**

Behler, Gottfried

*Institut für Technische Akustik, RWTH-Aachen*

Für die Untersuchung der raumakustischen Qualität in Räumen aller Art werden die in ISO 3382 genau festgehaltenen Parameter verwendet. Diese wiederum basieren auf der Messung der Impulsantwort im untersuchten Raum. Je nach herangezogenem Parameter muss diese entweder in einfacher energetischer Form (für die meisten auf der Auswertung von energetischen Integralen basierenden Parameter) einkanalig, in seltenen Fällen energetisch gemittelt zweikanalig (Seitenschall) oder in speziellen Fällen auch als detaillierte Druckimpulsantwort (IACC) vorliegen. Für die ersten, mit starken Mittelungen versehenen, Berechnungen reichen relativ einfache messtechnische Ausrüstungen aus, um eine qualifizierte und akkurate Bestimmung der Parameter vorzunehmen. Die Richtwirkung der Quelle ist insbesondere nur dann ein Problem, wenn die Verteilung der Absorption nicht homogen im Raum ist. Für die zweikanaligen Parameter (LF, LFC), die immer noch auf zeitlichen Energiemittelungswerten aufbauen ist schon die Verteilung der Energie im Raum von erheblich größerer Bedeutung. Für die fein aufgelösten Parameter wie z.B. Echokriterium (mit energetischen Impulsantworten) oder aber IACC (mit binauralen Impulsantworten) ist letztendlich die von der Quelle verantwortete Schallenergieverteilung eine auf das Ergebnis unmittelbar einwirkende Fehlerquelle. In der vorliegenden Arbeit wurden unterschiedliche Lautsprechersysteme (kommerzielle und speziell entwickelte Muster) hinsichtlich ihres Einflusses auf die Veränderung der gesuchten Parameter hin untersucht. Die gefundenen Ergebnisse werden vorgestellt und bewertet. Aus der ermittelten Schwankungsbreite kann auf die Verwendbarkeit der Meßsysteme und/oder die Richtigkeit der damit ermittelten Parameter geschlossen werden.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 70

Raumakustik II

**Untersuchungen zur Anordnung schallabsorbierender Oberflächen in Klassenräumen**Mommertz, Eckhard, Kati Drescher\*, Gunter Engel*Müller-BBM, Planegg, \*HTW Mittweida*

Die akustischen Gegebenheiten in Schulen sind seit geraumer Zeit Gegenstand umfangreicher Untersuchungen im In- und Ausland. Dies betrifft auch die angemessene raumakustische Gestaltung der Klassenräume. So werden nach neueren Forschungsergebnissen sehr kurze Nachhallzeiten zwischen 0,4 s und 0,6 s in Verbindung mit einem reflektierenden mittleren Deckenspiegel als ideal erachtet, was zwangsläufig zu umfangreichen schallabsorbierenden Maßnahmen im Wandbereich führt. Vor dem Hintergrund praxisgerechter baulicher Lösungen wird in diesem Beitrag der Frage nachgegangen, wie sich die räumliche Verteilung von reflektierenden und schallabsorbierenden Oberflächen in Klassenräumen auf die Nachhallzeiten und Sprachverständlichkeit auswirkt. Zu diesem Zweck wurden Computersimulationen durchgeführt, die hinsichtlich der Parameter Nachhallzeit und Sprachübertragungsindex (STI) ausgewertet wurden. Ferner erfolgten Hörversuche mit auralisierten Schallfeldern zur subjektiven Beurteilung unterschiedlicher Absorberanordnungen.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 70

Raumakustik II

**Geometrische Akustik in kleinen Räumen?**Vorländer, M.*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Die geometrische Akustik ermöglicht schnelle Berechnungen oder Simulationen von Schallfeldern in Räumen und im Freien. Bekannte Modellansätze sind Spiegelschallquellen und Ray Tracing. Diese Modelle führen unter gewissen Umständen zu exakten Lösungen der Schalldruckfelder, d.h. zu exakten Lösungen, die auch die Wellengleichung unter den gegebenen Randbedingungen erfüllen. In den allermeisten praktischen Fällen bietet die geometrische Akustik aber nur Näherungen. Diese Näherungen sind allerdings für große Räume, große Abstände und/oder hohe Frequenzen normalerweise vollkommen hinreichend. Erweiterungen der geometrischen Akustik, insbesondere die Berücksichtigung komplexer Flächenimpedanzen, verführen allerdings zu unbedachten Anwendungen und insbesondere zum irrigen Glauben, dass man nun auch Eigenschwingungen in kleinen Räumen ermitteln oder andere modale Probleme lösen kann. In diesem Beitrag werden die Grundlagen der geometrischen Akustik kurz klargestellt, und an einigen

Beispielen werden Fälle demonstriert, die zu guten Ergebnissen führen, aber auch einige Fälle mit vollkommen falschen Lösungen.

Mi. 10:25 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics III

---

### **Analyse räumlicher Schallfelder mit einem binauralen Modell**

Breebaart, Jeroen, Armin Kohlrausch

*Philips Research Laboratories Eindhoven*

Dieser Vortrag beschäftigt sich mit der Analyse der Wahrnehmung räumlicher Schallfelder, wie sie durch Wiedergabe über Stereolautsprecher in einer echofreien Umgebung erzeugt werden. Hierbei konzentrieren wir uns auf Phantomschallquellen, die durch Intensitätsunterschiede zwischen rechtem und linkem Lautsprechersignal hervorgerufen werden (Intensitätsstereophonie). In der Modellanalyse werden die vier richtungsabhängigen Übertragungsfunktionen zwischen den beiden Lautsprechern und den beiden Ohren sowie die periphere Signalverarbeitung im Gehör berücksichtigt. Die entstehenden Schallfelder werden in Hinblick auf die (frequenzabhängigen) interauralen Zeit- und Pegelunterschiede sowie Veränderungen im Spektrum untersucht. Die Modellanalyse zeigt z.B. deutlich die Umwandlung von Pegelunterschieden in den Lautsprechersignalen in interaurale Zeitunterschiede zwischen rechtem und linkem Ohr für Frequenzen bis ca. 700 Hz. In der Analyse vergleichen wir die psychoakustischen Eigenschaften von Phantomschallquellen mit denen 'echter' Schallquellen am Ort der Phantomschallquelle für verschiedene Hörerpositionen innerhalb und außerhalb des 'Sweetspots'. Für Positionen außerhalb des Sweetspots treten, aufgrund des unterschiedlichen Abstandes zu den beiden Lautsprechern, zusätzliche Laufzeit- und Pegelunterschiede auf, die das wahrgenommene Stereobild in Richtung eines der beiden Lautsprecher verschieben. In dieser Hörsituation muss, neben den interauralen Unterschieden, auch der Präzedenzeffekt in der Analyse berücksichtigt werden.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics III

---

### **Auditory adaptation effects described by a signal dependent compression**

Buchholz, Joerg

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

A nonlinear signal processing method, termed Signal Dependent Compression (SDC), is introduced, which is suitable to describe a number of adaptation effects inherent in the auditory system. The SDC has been incorporated into an auditory model, which in this way can be adjusted

to describe common simultaneous and non simultaneous masking effects. The performance of the proposed method is analysed in order to describe different masking effects, by comparing model predictions to psychophysical data taken from the literature.

The principle of the method is based on the generally accepted assumption that the auditory system performs some kind of signal compression. Here, it is assumed that the compression is not a static function, but also to be dependent on the input signal's evolution.

The SDC can be seen as an abstraction of a discrete nonlinear device applied in electronics (e.g. Transistor), which is realised by a digital signal-processing methodology. Such a discrete device is characterised by its input-output function and an operating point, which is adjusted by a DC-offset. Following the transistor analogue, the static operating point is replaced by a dynamic operating point signal, which is directly derived by a nonlinear lowpass filtering of the input signal itself.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics III

---

### **Different implementations of a model for subjective duration**

Fastl, H., R. Büeler, M. Fruhmann

*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

The perceived duration of short sounds or pauses can differ considerably from their physical duration. For example, a sound burst of 100 ms duration can elicit the same subjective duration as a pause of 380 ms. Hence, a factor of 1.0 in the subjective domain corresponds to a factor 3.8 in the physical domain. A model based on temporal masking patterns has been proposed (Fastl, ACUSTICA 32, 1975), which can account for the effects of subjective duration. In this paper, different simulations of temporal masking patterns are tested in view of their ability to predict subjective duration of sound bursts as well as pauses.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics III

**Untersuchungen zur Ausgeprägtheit der Tonhöhe bei Wiederholungsrauschen**

Fruhmann, M., H. Fastl

*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

Rauschsignale, die mehrfach verzögert und zu sich selbst addiert werden, können eine Tonhöhenempfindung erzeugen. Diese lässt sich mit Hilfe eines Sinustons beschreiben, dessen Frequenz etwa dem Kehrwert der Verzögerungszeit entspricht. Die als Wiederholungsrauschen bzw. Iterated Rippled Noise (IRN) bezeichneten Schalle wurden bezüglich der Ausgeprägtheit ihrer Tonhöhe mit AABB-Rauschen verglichen. Dabei handelt es sich um Schalle, die aus Paaren wiederholter Segmente eines Rauschsignals zusammengesetzt sind. Parameter der Schalle waren die Verzögerungszeit bzw. die Segmentlänge, sowie die Mittenfrequenz einer Bandpassfilterung fester physikalischer Bandbreite. Die Zahl der Iterationen  $n = 16$  sowie der Verstärkungsfaktor im Rückkopplungszweig des IRN  $g = 1$  wurden konstant gehalten. Für den Vergleich wurde eine Größenschätzung mit Ankerschall durchgeführt, bei der jeweils Verzögerung und Mittenfrequenz von Anker- und Testschall übereinstimmten. Die Reproduzierbarkeit wurde durch Vertauschen von Anker- und Testschall überprüft. Die Ergebnisse aus Hin- und Rückversuch sind bei Anwendung des Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten auf einem Signifikanzniveau von 0.1% positiv korreliert. Es zeigte sich, dass mit größeren Verzögerungszeiten, und damit sinkender wahrgenommener Tonhöhe, die festgestellten Unterschiede zwischen den verwendeten Schallen kleiner werden. Erhöht man die Mittenfrequenz des Bandpasses, so verringert sich der Unterschied zwischen IRN- und AABB-Rauschen ebenfalls, was sich in einer um den Referenzwert angesiedelten relativen Ausgeprägtheit der Tonhöhe widerspiegelt.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics III

**Zum Einfluss der Sprachverständlichkeit auf kognitive Leistungen: Eine Studie mit Grundschulkindern**Klatte, Maria, Meis, Markus, Janott, Christoph <sup>1</sup>*Universität Oldenburg, Institut zur Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, <sup>1</sup> Sennheiser, Wedemark*

Schulisches Lernen basiert maßgeblich auf mündlicher Kommunikation. Schätzungen zufolge verbringen Kinder ca. 75 Prozent der Unterrichtszeit mit Zuhören. Gute Sprachverständlichkeit ist daher eine wesentliche Voraussetzung für erfolgreiches Lernen. Verschiedene Untersuchungen zeigen jedoch, dass diese Voraussetzung in Klassenräumen

oft nicht gegeben ist. Anliegen der hier berichteten Studie war es, die Bedeutung einer guten Sprachverständlichkeit in Unterrichtsräumen für das schulische Lernen zu dokumentieren. Hierbei wurde von der Annahme ausgegangen, dass sich eine suboptimale Sprachverständlichkeit nicht nur in fehlerhafter Identifikation der gehörten Information, sondern vor allem auch in einer Erhöhung der Höranstrengung äußert: die Hörer benötigen mehr kognitive Kapazität, um die Sprache zu dekodieren. Hierdurch kommt es zu einer Verringerung der für das Behalten und die mentale Verarbeitung der Information verfügbaren Arbeitsgedächtnisressourcen und somit zu Leistungsbeeinträchtigungen bei komplexen Aufgaben. In der zu berichtenden Studie wurde der Einfluß der Sprachverständlichkeit auf die Leistung von Grundschulkindern beim Identifizieren, kurzzeitigen Behalten und Verarbeiten von gehörter Information geprüft. Die Sprachverständlichkeit wurde durch die Installation eines Soundfield-Systems in dem nach raumakustischen Kriterien eher ungünstigen Testklassenraum variiert. Die Ergebnisse der Studie zeigen die Bedeutung optimaler Hörbedingungen für Grundschul Kinder.

Mi. 10:25 Uhr Raum H 40

Lärm IV

### **Schallabstrahlung von der Straße**

Bartolomaeus, Wolfram

*Bundesanstalt für Straßenwesen*

Die Straße ist Ursache für den Straßenverkehr und damit auch für den damit verbundenen Lärm. So strahlen die Fahrzeuge über Motor, Getriebe und Auspuff Schall ab. Zusätzlich werden von der Fahrbahnoberfläche die Reifen zu Schwingungen angeregt, sowie Luftschall in der Kontaktzone Reifen-Fahrbahn erzeugt. Diese und ähnliche Mechanismen der Schallentstehung sind zum großen Teil bekannt. Die Frage nach dem durch die Straße bedingten Anteil am Reifen-Fahrbahn-Geräusch ist dagegen fast so philosophisch wie die Frage nach der Lautstärke einer einzelnen klatschenden Hand. Die Angabe von Pegeldifferenzen für einen Straßenbelag relativ zu einem Referenzbelag sind aber für große Fahrzeugkollektive statistisch gesichert und können auch in Terzspektren angegeben werden.

Insbesondere soll hier der Frage nachgegangen werden, ob die Straße als schwingfähiges System in der Lage ist, Schall in nennenswertem Umfang abzustrahlen. Erste Abschätzungen des transienten Überrollschalls von Asphaltstraßen deuten auf die Erzeugung von Schalldruckpegeln hin, die aber mindestens um 20 dB unter denen des Reifen-Fahrbahn-Geräusches liegen. Um zumindest für tieffrequente Schallanteile im Bereich der Eigenschwingung des Straßenoberbaus bei ca. 80 Hz einen größeren Schalldruck zu erreichen, müssten geeignete Anregungsmechanismen vorhanden sein. Hierbei kämen die Vielfachen der

Achsschwingungen von Lkw in Betracht, die im Bereich von 20 Hz liegen. Durch ein stark nichtlineares Materialverhalten und eine geeignete Impedanzanpassung zwischen Reifen und Asphalt könnte diese Anregung verstärkt werden. Damit könnte der akustische Unterschied verschiedener Straßen gleicher nomineller Bauart erklärt werden.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 40

Lärm IV

## **Straßentröge als Mittel des Lärmschutzes - Untersuchungen an Modelltrögen**

Chudalla, Michael

*Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach*

Folgen höheren Verkehrsaufkommens sind nicht nur mehr Unfälle und Abgase, sondern auch eine stärkere Lärmbeeinträchtigung in der Umgebung von Straßen. Im Zuge der Entwicklung eines verstärkten Umweltbewusstseins der Bürger und zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes denkt man seit Jahren verstärkt über Abwehrmaßnahmen gegen Verkehrslärm nach. Diese Maßnahmen können aktiver oder passiver Art sein. Aktive Maßnahmen versuchen, den Lärm bei der Entstehung zu reduzieren, bzw. seine Ausbreitung zu hemmen. Unter Maßnahmen, welche die Ausbreitung des Lärms hemmen, versteht man Verkehrsbauwerke wie Schallschutzwände und -wälle, Galerien, Tröge und Tunnel.

Objekt dieser Untersuchung ist eine Straße in Troglage, also eine aktive Maßnahme. Die Straße in Troglage wurde im Maßstab 1:8 in der Halle für akustische Modelltechnik der Bundesanstalt für Straßenwesen nachgebildet. Die Anordnung wurde mit zusätzlichen Aufbauten versehen. Diese Aufbauten waren zusätzliche Erhöhungen der Trogwände, Lamellen- und Rasterabdeckungen in schallharter und schallabsorbierender Ausführung. Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, inwieweit zusätzliche aktive Schallschutzmaßnahmen für eine Hemmung der Schallausbreitung wirksam sind.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 40

Lärm IV

**Zur Schallausbreitung über porösen Straßenoberflächen**

Hübelt, Jörn, Tobias Lerch, Ennes Sarradj

*Institut für Akustik und Sprachkommunikation, Technische Universität Dresden*

Ziel eines an der TU-Dresden laufenden Forschungsprojektes ist die Entwicklung einer akustischen Modellbeschreibung zur Optimierung poröser Straßenbeläge hinsichtlich ihrer lärmindernden Wirkung. Dazu war zunächst die Auswahl und Validation eines geeigneten Modells zur Beschreibung des als homogener Absorber aufgefassten Straßenbelages notwendig. Bei der Aufstellung des Absorbermodells konnte auf einen umfangreichen Pool von „Marshall“-Probekörpern zurückgegriffen werden. Die Modellvorhersagen (Wandimpedanz, Absorptionsgrad) wurden in einem ersten Schritt mit Messergebnissen, bestimmt im Kundtschen Rohr, verglichen. In einem weiteren Schritt sind „in-situ“-Messungen an eigens hergestellten Asphaltplatten und an realen Straßenoberflächen durchgeführt worden. Zunächst wurden dabei die bei senkrechter Beschallung der Proben gewonnenen Ergebnisse mit den Resultaten von Messungen an Bohrkernen im „Kundtschen Rohr“ verglichen. Um Aussagen über die Wirkung der Asphalte bei streifender Beschallung zu gewinnen, erfolgte im Anschluss die Modellierung der Schallausbreitung über einer homogenen Absorberfläche nach der in der Literatur oft als „WEYL-VAN DER POL“-Theorie bezeichneten Methode. Im Vortrag werden die Ergebnisse der eingangs erwähnten Berechnungen und Messungen kritisch diskutiert. Es wird ein Vorschlag für ein Kriterium zur Bewertung der schallabsorbierenden Wirkung von porösen Straßenbelägen vorgestellt.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 40

Lärm IV

**Zusammenhang zwischen Erschütterungs- und Schallimmissionen bei Gewinnspaltungen der Naturstein-Industrie**

Klemenz, Martin (1), Heiko Fuchs (2)

*(1) Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen, Aachen (2) Institut für Bergbaukunde III, RWTH Aachen, Aachen*

Betriebe der Naturstein-Industrie sind oft in hohem Maße mit Anwohnerbeschwerden konfrontiert. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurden die Ursachen für diese Belästigung im Detail untersucht. Insbesondere sollten Erschütterungs- und Schallimmissionen getrennt betrachtet und hinsichtlich ihrer hervorgerufenen Reaktionen bewertet werden.

Zur Annäherung an diese Frage wurden einerseits in verschiedenen betroffenen Häusern die dortigen Immissionen gemessen und mit den einschlägigen Grenzwerten verglichen. Die Schallsignale wurden anhand psychoakustischer Größen ausgewertet; ebenso wurden Lästigkeitsunterschiede anhand eines Hörversuchs bestimmt. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich mit Daten aus einer Anwohnerbefragung vergleichen.

Es zeigt sich, dass aufgrund von tektonischen und topografischen Parametern relativ unterschiedliche Ausbreitungswege dominieren. Schallimmissionen können sowohl „primäre“ Anteile (Luftschallübertragung von Detonation, Entweichen von Gasen, Zusammenstoßen von Steinen) als auch „sekundäre“ Anteile (Körperschallausbreitung, Vibrationen am Immissionsort) enthalten und zu unterschiedlichen Reaktionen führen.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 40

Lärm IV

### **Schalltechnische Sanierung einer Eisenbahnbrücke**

Talash, Werner

*Magistrat der Stadt Wien - MA 22 - Umweltschutz*

Auf Grund zahlreicher Beschwerden aus der Bevölkerung über starke Lärmbelästigung, sowohl aus angrenzenden Wohngebieten, als auch aus dem direkt im Nahbereich der Brücke befindlichen Erholungsgebiet war eine Minderung der von der Brücke ausgehenden Schallemissionen wünschenswert. Von der Firma Schrey & Veit GmbH (S&V) wurde ein Vorschlag unterbreitet, eine Pegelreduktion um mindestens 5 dB durch das Anbringen von Absorbern am Schienenfuß und an den Brückenträgern zu gewährleisten. In einer Übereinkunft zwischen dem Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVI, vormals Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr), den Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) und der Stadt Wien (MA22) wurde eine Sanierung mit Absorbern beschlossen und in der Folge die Firma S&V mit der Anfertigung der Absorber beauftragt. Die Montage der Absorber erfolgte durch die ÖBB, die messtechnische Kontrolle erfolgte durch das Büro Dipl.-Ing. Venghaus und die MA22. Die Minderung der Schallemission auf Grund der Erneuerung der Schienen und der Verlegung der Schienenauszugsvorrichtung von der Brücke in den Dammbereich beträgt 11 dB. Die Minderung durch die Brückenabsorber beträgt 4 dB, jene für Brücken- und Schienenabsorber zusammen 6 dB. Die Gesamtinderung beträgt abhängig von der Fahrtrichtung 15 dB bzw. 17 dB, was einer Reduktion der Schallabstrahlung von 97 bis 98 % entspricht.

Mi. 10:25 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung I

**Die Berechnung der Schallausbreitung im Spannungsfeld von Wissenschaft und Normung**Probst, Wolfgang*Accon GmbH*

Die Berechnung der Schallausbreitung im Spannungsfeld von Wissenschaft und Normung - Zweck und Ziele

Mi. 10:50 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung I

**Über Phänomene bei der Schallausbreitung von Impulsen über ebenes und hügeliges Gelände bei großen Entfernungen**Buchta, Edmund*Institut für Lärmschutz, Düsseldorf*

Der Einwirkungsbereich von hochenergetischen Impulsschallen kann sich über mehrere Kilometer ausbreiten. Über größere Entfernungen werden die Einflüsse der Windrichtung und der Temperaturschichtungen bedeutsamer als die Einflüsse des Bodens unter dem Ausbreitungsweg. Der Beitrag berichtet über eine Ausbreitungsmessung über hügeliges wie flaches Gelände mit Entfernungen von bis zu 7 km. Als Schallquellen wurden Sprengknalle von Serien mit 0,5 kg, 1 kg, 3 kg, 5 kg, 10 kg und 25 kg PETN gewählt. Diese Knalle können als repräsentativ für die meisten Impulse angesehen werden, die über große Entfernungen noch zu nennenswerten Immissionspegeln beitragen können. Die Anzahl der Serien und die Anzahl der Sprengungen pro Serie erfüllen die statistischen Bedingungen einer Messung im Freien. Die erhaltenen Einzahlwerte werden mit den Prognosen der DIN/ISO 9613 und mit der Störwirkung der Anlieger verglichen.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung I

**Geländeschirmung bei den Schallausbreitungsmodellen über große Entfernungen**Hirsch, Karl-Wilhelm*Institut für Lärmschutz, Düsseldorf*

Auf der DAGA 2001 wurde ein Konzept zur Berechnung der Schirmung durch Gelände für die Schallausbreitung über große Entfernungen vorgestellt. Das Konzept nutzt bekannte Methoden zur Berechnung der Schirmwirkung (DIN ISO 9613-2), berücksichtigt aber ansatzweise die Krümmung der Schallstrahlen nach Maßgabe pauschaler Wetterangaben. Ziel dieses Ansatzes ist es, beispielsweise bei der kartographischen Berechnung langzeitlicher Mittelwerte oder bei der Erstellung von tagesbezogenen Schallimmissionsplänen im Rahmen des Lärmmanagements einer Anlage die Geländeschirmung durch einen einfachen, phänomenologischen Term zu berücksichtigen, der sich formal als zusätzliche Korrektur in standardisierte Berechnungsverfahren einfügt. Auf dem Truppenübungsplatz Kliez wird ein Gelände angetroffen, das sich für eine Validierung des Ansatzes eignet. Von einem Sprengplatz aus können sich dort Knalle über eine mit Gras, Heide und vereinzelt Baumgruppen bestandene 1.000 m weite Ebene gegen eine Hügelkette ausbreiten, die sich um bis zu 40 m aus der Ebene emporhebt. In dieser Hügelkette können geschirmte und ungeschirmte Messpositionen gewählt werden. Dort wurde eine Messkampagne durchgeführt, bei der Sprengungen von 0,5 kg bis 25 kg als Schallquellen mit ausreichend hoher Schallenergie in allen Frequenzbereichen dienten. Der Vortrag berichtet über die Fortentwicklung des Schirmmodells für Gegenwind-Schallausbreitung, diskutiert die Probleme bei Messungen kohärenter Knalle und vergleicht die Messergebnisse der Schirmung mit den Modellvorhersagen.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung I

**Einfluss des Bodens auf die Schallausbreitung im Freien bei Dauerschall und Impulsgeräuschen**Kurze, U. J.*Müller-BBM, Planegg bei München*

Frequenzabhängige Ausbreitungsdämpfungen bei Sichtverbindung zwischen Schallquelle und Empfänger wurden zunächst in Messräumen, deren Fußboden mit Absorptionsmaterial belegt war, und über der Bestuhlung in Konzertsälen beobachtet. Deren Beschreibung als Interferenzeffekt fand später auch Anwendung auf Beobachtungen zur Schallausbreitung im Freien von Flugzeugtriebwerken. Weniger ausgeprägte Interferenzen im Freien wurden durch verfeinerte Modelle zur

Berücksichtigung einer verringerten Kohärenz von direktem und am Boden reflektierten Schall beschrieben. Mit zunehmendem Bedarf an Schallschutz in größeren Abständen bis zu etwa 1000 m von Geräuschquellen wurden auch Untersuchungen mit speziellen Impulsschallquellen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in die VDI-Richtlinien 2714 und 2720 Bl. 1 eingeflossen und bilden die Grundlage derzeitiger ingenieurmäßiger Immissionsprognosen nach ISO 9613-2. Daneben gibt es jedoch seit einigen Jahren Bemühungen um eine gesonderte Behandlung von Impulsgeräuschen. Den Ursachen wird nachgegangen und mögliche Besonderheiten werden analysiert.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung I

### **Ist die DIN/ISO 9613 für Schießlärm anwendbar?**

Hirsch, Karl-Wilhelm*Institut für Lärmschutz, Düsseldorf*

Die ISO/CEN/JWG51 hat in ihrem Normvorschlag DIN/ISO-CD-17201 festgelegt, die Quellstärke der Schießgeräusche durch die richtungsabhängige, spektrale Energiedichte zu beschreiben. Die Arbeitsgruppe diskutiert z.Zt., ob und wie die in der ISO 9613 niedergelegten Methoden für Schießlärm anwendbar sind. Bei dieser Entscheidung sind folgende Fragen und Aspekte zu berücksichtigen: Quellbeschreibung Wie ist die richtungsabhängige Energiedichte in die ISO 9613 einzuführen? Ist der in amerikanischen Normen für Explosionen eingeführte Effekt des „Height of Burst“ für Schießlärm von Handfeuerwaffen eine unverzichtbare Korrektur der Freifeldpegel? Quellnahe Effekte Die Schirmrechnung nach ISO 9613 kann wegen nichtlinearer Effekte zu falschen Werten führen. Gibt es hier anwendbare Ansätze oder kann man diesen Fehler vernachlässigen? Schallstreuung an quellnahen Hindernissen kann die Pegel auch in großen Entfernungen maßgeblich beeinflussen. Muss ein Streuterm als neue Korrektur eingeführt werden? Schallausbreitungsweg Der Geschossknall hat eine flugbahnabhängige geometrische Schallausbreitungsdämpfung. Dies gilt auch in einem einfachen Modell (Vorlage DIN/ISO 17201-2). Ist die Schirmrechnung dann darauf anwendbar? Die Ausbreitung von Knallen ist mehr als von anderen Geräuschen durch Kohärenzphänomene geprägt. Gilt die Berechnung der Luftabsorption nach ISO 9613 oder muss sie zusammen mit der Vegetationsdämpfung betrachtet werden? Ist der pauschale Ansatz der Bodendämpfung der ISO 9613 insbesondere im Hinblick auf frequenz- und zeitbewertete Pegel hinreichend zuverlässig?

Mi. 10:25 Uhr Raum H 50

Bauakustik I

**Beeinträchtigung des Schallschutzes von Gipskartonständerwänden durch „sekundäre“ Wanddetails und Verarbeitungsqualität**

Müllner, H., Plotizin, I.

*Versuchsanstalt für Wärme- und Schalltechnik am Technologischen Gewerbemuseum Wien*

Im Zusammenhang mit Gipskartonständerwänden kann in Europa auf eine mehr als fünfzigjährige erfolgreiche Tradition zurückgeblieben werden. In den letzten Jahren ist diese Bauart im Hinblick auf den Schallschutz jedoch etwas in Verruf geraten. Als Ursache für die Einbuße an Schalldämmqualität, im Vergleich mit Messergebnissen, die vor mehr als fast zwei Jahrzehnten erzielt wurden, hat man die im Laufe der Jahre immer geringer werdende Masse der Gipskartonplatten diskutiert. Ergebnisse aus zahlreichen Messungen zeigten eine Streubreite von 8 dB. Ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Streuung und der flächenbezogenen Masse der Gipskartonplatten konnte jedoch nur in eingeschränktem Ausmaß festgestellt werden. Im Rahmen breit angelegter Untersuchungen wurden über die bereits bekannten Einflussfaktoren hinaus, zahlreiche andere isoliert, die das Ergebnis von Schallschutzmessungen an Gipskartonständerwänden ungünstig beeinflussen. Neben beispielsweise der Ausführung des Wandanschlusses und eines gewissen „Alterungseffektes“ der Anschlussdichtung sowie des zu erwartenden Einflusses durch den vertikalen Abstand der Befestigungsschrauben, konnte durch ein besonderes Versuchsdesign ein „Schraubenpositionseffekt“ herausgefiltert werden, der im Vergleich zu den anderen Effekten den Schallschutz von Gipskartonwänden mit einfachem Metallständerwerk ganz wesentlich beeinflusst. Aufbauend auf diese Erkenntnis wurden Möglichkeiten untersucht, um Lösungen anbieten zu können, die eine Vermeidung oder wenigstens eine Verringerung des Schraubenpositionseffektes mit sich bringen. Mit der Verringerung des Schraubenpositionseffektes lässt sich die oben erwähnte Streubreite der Messergebnisse deutlich einengen. Die Repräsentativität der im Labor ermittelten Schallschutzkennwerte kann daher wesentlich erhöht werden.

Mi. 10:50 Uhr Raum H 50

Bauakustik I

**Verbesserung der Schall-Längsdämmung durch Vorsatzschalen**Schröder, Hartmut*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Vorsatzschalen werden seit langem zur Verbesserung der Schalldämmung von Wänden eingesetzt. Ihre Wirkungsweise ist im Allgemeinen gut verstanden. So können die Schalen in Verbindung mit einer Dämmschicht als Masse-Feder-System betrachtet werden, welches die Schalldämmung oberhalb der Resonanzfrequenz erhöht. Bekannt ist auch, dass Vorsatzschalen die z.B. im Rahmen von wärmetechnischen Sanierungen eingebaut werden, nicht automatisch schalltechnische Vorteile bieten. Bei einer ungünstigen Lage der Resonanzfrequenz können sogar Verschlechterungen im bewerteten Schalldämm-Maß eintreten.

In ähnlicher Weise wie bei Trennwänden bewirken Vorsatzschalen an flankierenden Wänden eine Verbesserung der Schall-Längsdämmung. Über die Wirkung der Schalen in Bezug auf die Längsdämmung liegen bisher nur unzureichende meßtechnische Untersuchungen vor. Zwar kann auch hier in erster Näherung das physikalische Modell des Masse-Feder-Systems verwendet werden, es sind jedoch zusätzliche Besonderheiten zu beachten und einige offene Fragen zu klären. Diese betreffen in erster Linie die Auswirkung der Stoßverbindung zwischen der flankierenden Wand und der Trennwand. Auch breiten sich auf der Längswand zusätzliche Wellenformen - freie BiegeWellen - aus, während die Schwingungsform der Trennwand im Wesentlichen durch das Luftschallfeld aufgezwungen wird.

Im Rahmen eines am Fraunhofer-Institut für Bauphysik durchgeführten Meßprogramms zur Verbesserung der Schall-Längsdämmung an innenliegenden Vorsatzschalen wurde den oben genannten Fragen nachgegangen. Über erste Ergebnisse dieser Untersuchungen wird berichtet.

Mi. 11:15 Uhr Raum H 50

Bauakustik I

**Schall-Längsleitung bei leichten Schrägdachkonstruktionen**Kurz, Roland (1), Thomas Möck (2)*(1) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Winnenden (2) STEP Schalltechnisches Treppen- Entwicklungs- und Prüfinstitut GmbH, Winnenden*

Eine erhöhte Schall-Längsleitung über leichte Schrägdachkonstruktionen ist häufig die Ursache für Klagen über einen mangelhaften Schallschutz von Wohnungs- und Haustrennwänden. In DIN 4109 und anderen Regelwerken gibt es keine Angaben zum Flankendämmmaß von Dachkonstruktionen. Die Folgen sind Planungsunsicherheit und

Rechtsstreitigkeiten. Es werden aktuelle Messergebnisse insbesondere von mit Hartschaum gedämmten Steildachkonstruktionen vorgestellt und einzelne Einflussparameter und Übertragungswege erläutert. Ferner wird die Anwendbarkeit der neuen europäischen Rechenverfahren auf den Holz- und Skelettbau am Beispiel Dach diskutiert.

Mi. 11:40 Uhr Raum H 50

Bauakustik I

### **Schallnebenwegsübertragung über Flure**

Schnelle, F., R. Kurz

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

In der klassischen Betrachtung der Schalldämmung zwischen Räumen wird die Schallübertragung über das trennende Bauteil und die flankierenden Bauteile berücksichtigt. In bestimmten Situationen kann gleichzeitig eine Nebenwegsübertragung über Flure bei Flurtrennwänden mit Türen vorliegen. Im informativen Anhang F.2 der DIN EN 12354-1 ist ein Rechenverfahren mit frequenzabhängigen Größen zur Berücksichtigung dieses Übertragungsweges dargestellt. Messungen in Gebäuden zur Schallnebenwegsübertragung über Flure bei unterschiedlichen Schalldämm-Maßen der Flurtrennwände werden mit den Ergebnissen des Rechenverfahrens verglichen und Hinweise zur Anwendung des Rechenverfahrens angegeben.

Mi. 12:05 Uhr Raum H 50

Bauakustik I

### **Die Übertragung von Sprache über schalldämmende Bauteile**

Thaden, Rainer,

*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Die Kennzeichnung der Schalldämmung von Bauteilen durch Einzahlkennwerte ist teilweise problematisch, da durch das Bewertungsverfahren zum einen die Frequenzabhängigkeit verloren geht und zum anderen tiefe und hohe Frequenzen vernachlässigt werden. Deshalb wurden Beiwerte eingeführt, die für bestimmte Situationen dieses Manko ausgleichen sollen (C, Ctr). Für die Übertragung von Sprache durch schalldämmende Bauteile sollen ähnliche Beiwerte basierend auf subjektiven Kriterien errechnet werden. Dazu wurde die subjektive Wirkung von Sprache, übertragen durch schalldämmende Bauteile, mit Hilfe der Auralisation von Schalldämmmaßen verschiedener Raumsituationen in Hörversuchen untersucht.

Zwei Aspekte wurden besonders beleuchtet:

1. Die Sprachverständlichkeit, welche zum einen für die Privatsphäre und zum anderen für die Vertraulichkeit (z.B. an Kundenschaltern oder

in Großraumbüros) entscheidend ist. Dazu wurde versucht, aus dem frequenzabhängigen Schalldämmmaß einen Beiwert für die Verständlichkeit zu errechnen (STI). Es zeigte sich, dass bei niedrigen Pegeln die Berechnung des STI problematisch ist. Es wurde versucht, dieses durch die Berücksichtigung der Modulationswahrnehmung bei niedrigen Pegeln zu korrigieren.

2. Die Beeinträchtigung der Konzentrationsfähigkeit. Interessant ist hier vor allem der Irrelevant Speech Effect, der die Beeinträchtigung des Kurzzeit-Gedächtnis durch der Sprache ähnliche Signale (Modulationsfrequenz) beschreibt.

Es wurden Hörversuche zur Sprachverständlichkeit und zur Aufmerksamkeitsleistung durchgeführt mit Hilfe auralisierter Raumsituationen mit unterschiedlichen Schalldämmmaßen. Die Ergebnisse der Versuche werden vorgestellt.

Mi. 10:25 Uhr Raum FNO 77

Lehre in der Akustik I

## **Akustikpraktika in der Ausbildung von Umwelttechnikern / Umweltakustikern**

Schulz, Detlef, Karin Künzel

*Hochschule Mittweida (FH)*

An der Hochschule Mittweida entwickelte sich aus der Studienrichtung „Umwelttechnik“ des Studienganges „Physikalische Technik“ im Jahre 1995 der eigenständige Studiengang „Umwelttechnik“ mit drei Studienrichtungen, u.a. „Umweltakustik“. Die Ausbildung in den Studienrichtungen beinhaltet ein Komplexpraktikum von insgesamt 4 SWS, verteilt auf zwei Semester. Das Komplexpraktikum „Umweltakustik“ umfasst derzeit 17 Versuche und 3 Spezialseminare von jeweils 1-2 Doppelstunden zu den Themenkomplexen Grundlagen der Schallmesstechnik, Schallimmission / Schallausbreitung, Akustische Materialeigenschaften, Bauakustik, Maschinenakustik. Es wird ein Konzept für ein erweitertes, modular aufgebautes Praktikum vorgestellt, welches innerhalb der nächsten 2-4 Jahre realisiert werden soll. Dabei werden u.a. folgende Ziele verfolgt : - Flexiblere Gestaltung des Praktikums durch einen größeren Fundus an Versuchen (z.B. Aufteilung in Grundlagenversuche und Wahlpflicht-Versuche); - Verbreiterung des Spektrums der Versuchsthemen, z. B. bezüglich physikalisch - technischer Prinzipien der Lärminderung sowie der Hörakustik / Psychoakustik im Zuge der vorgesehenen Erweiterung der Akustik-Ausbildung um 4 SWS; - Schaffung der Voraussetzungen dafür, einzelne Module ggf. auch für die Ingenieurausbildung in anderen Studiengängen (Maschinenbau, Elektrotechnik) anbieten zu können, sofern die personelle Kapazität dieses gestattet. Weitere Akustik - relevante Praktika sind in die Lehrveranstaltung „Messwertverarbeitung / Signalanalyse“ eingebunden, welche



Im Beitrag werden Konzepte für Tutorien und webbasierte Vorlesungen zum Themenkreis Signalanalyse, Mustererkennung, Psychoakustik und Sprachsignalverarbeitung vorgestellt, die im Rahmen eines BMBF-geförderten Verbundprojektes realisiert werden sollen. Im Vordergrund stehen dabei zunächst das Präsenzstudium ergänzende multimediale Aspekte, die die Basis für spätere webbasierte Vorlesungsversionen bilden sollen. Gegenüber anderen Ansätzen zeichnet sich das Vorhaben dabei durch die beabsichtigte Integration von Spracherkennungs- und Sprachsynthesekomponenten zur besseren Anpassung bestimmter Lehrabläufe an den Nutzer aus. Neben konzeptionellen Gesichtspunkten wird eine spezielle Programmierumgebung zur Erstellung entsprechender multimedialer Webpräsentationen diskutiert.

Mi. 11:40 Uhr Raum FNO 77

Lehre in der Akustik I

**Towards a modular approach for Engineering Acoustics training inspired by international perspectives**

Petersson, Björn

*Institut für Technische Akustik, TU-Berlin*

Engineering Acoustics encompasses a very wide range of applications; from basic noise and vibration control to advanced „sound scaping“. It is thus merely wishful thinking to cover such a vast territory in one or two lecture courses, in particular if someone wishes to apply the newly gained insight. In this paper is presented a strategic move towards a modular approach for junior through to senior student training. Subsequent to a fundamental module, common for all students, it is the intention that individual interests and more or less strategic choices should be satisfied from a palette of increasingly advanced modules (just as our appetite is provided for at a buffet). Moreover, some light will be shed on the modular contents and actual training procedures which are informed by personal international experience of teaching Engineering Acoustics.

Mi. 12:05 Uhr Raum FNO 77

Lehre in der Akustik I

**Positionierung der Raum- und Bauakustik im komprimierten Studium der Architektur**

Goydke, Hans,

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, sowie Institut für Grundlagen des Entwerfens, Technische Universität Braunschweig*

Die TU Braunschweig hat aktuell 13 000 Studierende, der Fachbereich Architektur umfasst mit fast 10 % den größten Anteil. Eine neue Prüfungsordnung soll erreichen, dass hier das Studium objektiv in der Regelstudienzeit von 10 Semestern innerhalb von 5 Jahren absolviert werden kann und tatsächlich absolviert wird. Dies hat zur Folge, dass die Studienangebote von 11 Instituten mit 15 Universitätsprofessoren anstreben müssen, bei zahlenmäßig deutlich weniger Studienleistungen, die der Studierende nachweisen muss, durch höhere Qualität und Tiefe der Lehrveranstaltungen den Qualitätsanspruch der Ausbildung aufrecht zu erhalten. Um möglichst viele Architekturstudierende nicht ohne vertiefte Kenntnisse der Raum- und Bauakustik in den Beruf gehen zu lassen, wird versucht, eine Wahlpflichtveranstaltung mit 4 Semesterwochenstunden (SWS), verteilt auf zwei Semester, für Studierende nach dem Vorexamen zu etablieren, deren erster Teil alternativ als Wahlfach mit 2 SWS in das Diplom eingebracht werden kann. Hierbei werden frühere positive Erfahrungen mit der engen Anlehnung der Lehrveranstaltung an Entwurfsaufgaben weiter verfolgt. Auch die unmittelbare Einbeziehung von Sitzungen des Fachausschusses Bau- und Raumakustik der DEGA in die Lehrveranstaltung hat sich sehr bewährt.

Mi. 13:20 Uhr RaumH 100

Photoacoustics II

### **Photoacoustic Study of Zn<sub>1-x</sub>Be<sub>x</sub>Te Mixed Crystals**

Zakrzewski, J., F. Firszt, S. Legowski, H. Meczynska, A. Marasek  
*Institute of Physics, Nicolas Copernicus University, Torun, Poland*

The physical properties of mixed crystals II-VI of binary compounds with Be chalcogenides are of significant interest for their potential applications in technology of green semiconductor laser [1]. Zn<sub>1-x</sub>Be<sub>x</sub>Te mixed alloy is very attractive among these materials for p-cladding layers of ZnCdSe/MgZnCdSe lasers on InP. ZnTe has the band gap of 2,26eV at room temperature and its band structure is of direct optical transition type, BeTe has band gap 4,1eV and high energy for defect generation. Mixed Zn<sub>1-x</sub>Be<sub>x</sub>Te (0<x<0,15) crystals were grown from melt by the high pressure Bridgman method [2]. Some of crystal samples were annealed in zinc vapour. Photoacoustic spectra were investigated using the open cell with continuous wave excitations and detected by the piezoelectric transducer (PZT). The PA curves for ZnTe exhibit well expressed change of the slope at points from which the energy gap was determined, equal to 2.29 eV at room temperature. For the Zn<sub>1-x</sub>Be<sub>x</sub>Te the broadening in all parts of photoacoustic spectra with the increase of Be content is observed. In this case the frequency dependence of the shape of the spectra occurs in opposite to the behaviour for pure ZnTe. The Jackson-Amer model of the piezoelectric detected photoacoustic effect

was applied to analyse the obtained spectra. Since the general expression for the PA signal is complicated, we considered the case of thermally thin but optically thick sample. Using the above-mentioned assumption the appropriate formula for the photoacoustic signal was derived. In order to determine the optical band gap energy dependence of absorption coefficient in the wavelength region above the fundamental absorption edge was considered. The values of thermal diffusivity were derived from the analysis of the frequency dependence of the photoacoustic curves. Following Blonskij et. al. [3] the dependence of amplitude and phase of PA signal versus light modulation frequency was examined.[1] G. Landwehr, Proc. 2nd International Symposium on Blue Lasers and Light Emitting Diodes, Chiba, Japan, p3 (1998) [2] F. Firszt, S. Legowski, H. Meczynska, J. Szatkowski, W. Paszkowicz, K. Godwod, J. Cryst. Growth 184/185, 1335 (1998) [3] I. V. Blonskij, V. A. Thoryk, M. L. Shendeleva, J. Appl. Phys. 79, p 3512 (1996)

Mi. 13:45 Uhr Raum H 100

Photoacoustics II

### **Photoacoustic investigation of biological materials**

Buschmann, Claus

*University of Karlsruhe, Botanical Institute II, Karlsruhe*

Intact, biological materials are characterized by an inhomogeneous, complex and often unstable structure. The tissue consisting of cells and aerial interspaces as well as the small organelles in the cells (nucleus, mitochondria, chloroplasts etc.) cause light scattering, internal reflectance and refraction. Photoacoustic measurements are not sensitive to light scattering in comparison to other spectroscopical techniques (absorption, reflectance, fluorescence). They are, thus, suitable for measuring intact biological material without pretreatment or preparation which could destroy its normal function. In photoacoustic measurements of intact biological materials, the radiation applied for exciting thermal dissipation may be simultaneously be used also for fluorescence and photobiochemical processes (e.g. photosynthesis in leaves) and thus the interpretation of the photoacoustic signal becomes more complicated. Photoacoustic measurements of intact leaves will be presented. It is shown that by changing the modulation frequency of the excitation light the absorption characteristics of pigments in different layers of the leaf can be detected („depth profiling“). It is demonstrated that at modulation frequencies below 100 Hz the photosynthetic oxygen evolution is the predominant component of the photoacoustic signal. The thermal component, which is present at any modulation frequency, is exclusively measured at modulation frequencies above 200 Hz or when applying strong additional continuous light which saturates photosynthesis and makes oxygen evolution constant (the non-modulated signal being

excluded from the photoacoustic signal by the lock-in amplifier). Examples will be given for the capability of photoacoustic measurements of leaves to identify inhibition of photosynthetic activity as indicator of stress or illness of plants.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 100

Photoacoustics II

### **Photoacoustic depth profiling of layered packaging materials**

Chritoc, M., J. Gibkes\*, B.K. Bein\*

*Department of Physics, University Leuven, Belgium, \*Institut für Experimentalphysik 3, Ruhr-Universität Bochum*

Thickness measurements of transparent coatings on polymer, paper or metallic substrates used as packaging materials are reported. In the dedicated packaging industry there is a need for a method capable of accurately controlling varnish layer thickness within the 0.1-100 mm range. In this work it is shown that thickness evaluations in the range between 1 and 75 mm are feasible by photothermal methods. Beside photoacoustics detection the photopyroelectric method and photothermal radiometry have been applied and compared. The main experimental difficulty resides in the fact that the thermal properties of varnish and substrate are similar, and the optical properties of the layers are not well defined: semi-transparent varnish, scattering and not totally opaque substrate, diffuse reflectance of the whole sample. To get quantitative data signal normalization using appropriate reference samples and a correction by background subtraction is particularly important. The results of this work allow to conclude that transparent coating thicknesses of packaging materials can be measured down to 1 mm with fractions of micron resolution. The investigated samples had various substrates, like paper, printed or metallized polymer, aluminium foil. It was shown that the measurements were still consistent under difficult conditions, like for strongly reflecting or scattering substrates.

Mi. 14:35 Uhr Raum H 100

Photoacoustics II

### **Calibration of infrared signals by photoacoustic effect**

Gibkes, J., J.L. Nzidoum Fotsing, K. Simon\*, B.K. Bein, J. Pelzl

*Exp.Phys. III, AG Festkörperspektroskopie, Ruhr-Universität Bochum, \* WIS Münster, Münster*

The detection of infrared electromagnetic waves radiated from a heated body has become an important diagnostic tool in material science and in medical application. A problem commonly faced when using infrared cameras or simple infrared detectors for the determination of the sample temperature is concerned with the unknown infrared optical properties of the material under study. Application of conventional optical

absorption of reflection spectroscopy mostly require destructive procedures and do not provide locally resolved information. In this contribution we demonstrate the high potential of the simultaneous measurement with photoacoustic effect and photothermal radiometry (PTR) for the non-destructive determination of the relevant optical parameters. Photoacoustic and PTR-measurements have been performed as a function of the modulation frequency at room temperature on fibre reinforced materials and on standard samples for calibration. The results clearly reveal an optical transparency in the IR and visible region. The data provide values averaged for the wavelength region of the IR-detector. As the IR-camera is supplied with the same detectors the deduced calibration factors can be used for the IR-images obtained by the camera.

Mi. 13:20 Uhr Raum H 80

Ultraschall II

### **Charakterisierung von dünnen Fugeschichten in Materialverbunden durch nichtlineare Ultraschallübertragung**

Hirse Korn, S., A. Koka, W. Arnold

*Fraunhofer Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP), Saarbrücken*

Die Belastbarkeit von Werkstoffverbunden ist häufig durch die Qualität ihrer Fugeschichten begrenzt. Deshalb ist die Entwicklung von Techniken zur Charakterisierung der Haftung in Fugeschichten eine wichtige Aufgabe in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung. Bindekräfte sind nichtlinear und verursachen nichtlineare Modulationen der transmittierten und reflektierten Ultraschallwellen, so daß die in Transmission und Reflexion erzeugten höheren Harmonischen einer eingeschallten Welle Informationen über die Bindekräfte der Fugeschicht und damit über ihre Haftqualität enthalten. In dünnen Fugeschichten können die lokalen Bindekräfte aus den Amplituden der transmittierten eingeschallten Frequenz und ihrer höheren Harmonischen bestimmt werden, wenn rein klassisches nichtlineares Verhalten angenommen werden kann. Zusätzliche Messung der Phasen der transmittierten Wellen ermöglicht die Bestimmung der lokalen Bindekräfte einschließlich durch nichtklassisch nichtlineare Effekte verursachter Dämpfungskräfte und Hystereseverhalten. Untersuchungen der Ultraschallübertragung durch dünne Fugeschichten bei statischer Belastung geben Aufschluß über die Zusammenhänge zwischen statischen und dynamischen Kräften in der Fugeschicht, insbesondere zwischen statischer und dynamischer Haftfestigkeit. Numerische Simulationen der Experimente verhelfen zum tieferen Verständnis der Vorgänge in Fugeschichten und geben gleichzeitig Aufschluß darüber, inwieweit die gemessenen nichtlinearen Effekte der Fugeschicht zuzuschreiben sind und zu ihrer Beurteilung herangezogen

werden können, oder von anderen Komponenten in der Probe oder dem Meßsystem verursacht werden.

Mi. 13:45 Uhr Raum H 80

Ultraschall II

### **Einsatzmöglichkeiten einer Ultraschall-Transmissionskamera**

Keitmann, Oliver, Lars Benner, Volker Sander, Bernd Tillig, Helmut Ermer

*Institut für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum*

Transmissionssonographische Bilder liefern ähnliche Bildinformationen wie Röntgenaufnahmen, ohne dass jedoch ionisierende Strahlung eingesetzt wird. Die Ultraschall-Transmissionskamera am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik der Ruhr-Universität Bochum ist echtzeitfähig, und zwar mit einer Auflösung von 1 mm x 1 mm und einem Bildfeld von 80 mm x 80 mm. Die aktuelle Version dieser Transmissionskamera verwendet je ein lineares eindimensionales Array mit 128 Transducerelementen auf der Sende- und Empfangsseite, wobei die Arrays zueinander gekreuzte Orientierungen haben (vertikal bzw. horizontal). Im Gegensatz zu üblichen Ultraschallsystemen werden keine axialen Schnitte aufgenommen, sondern zur Schallausbreitungsrichtung transversale Ebenen mit einer bestimmten Tiefenschärfe. Mit dieser Version der Ultraschall-Transmissionskamera wurden in vivo Aufnahmen von Extremitäten gemacht, die präsentiert werden sollen. Auf Videosequenzen sind die Bewegungen von Knochen, Gelenken und Sehnen deutlich erkennbar. Zur Unterscheidung von Sehnen und Blutgefäßen sind jedoch weitere Hilfsmittel nötig. Dazu können in Echtzeit dargestellte Bewegungen im Gewebe genutzt oder Ultraschall-Kontrastmittel eingesetzt werden. Ultraschall-Kontrastmittel werden für den Einsatz in Verbindung mit Reflexions-Ultraschall konzipiert. Zusätzlich zu den Reflexions- und Streueigenschaften besitzen diese Kontrastmittel auch Dämpfungseigenschaften. Diese Dämpfung kann ausgewertet werden, um auf transmissionssonographisch gewonnenen Bildern einzelne Blutgefäße sichtbar zu machen. Als erster Ansatz dazu wird die digitale Subtraktionstechnik genutzt. Erste Untersuchungen am Phantom und in vivo haben gezeigt, daß angiographische Untersuchungen mit handelsüblichen Ultraschall-Kontrastmitteln mit der Ultraschall-Transmissionskamera möglich sind. Wir werden diese Ergebnisse ebenfalls präsentieren, um zu demonstrieren, wie ohne ionisierende Strahlung angiographische Untersuchungen an den Extremitäten möglich sind.

Ein Beitrag aus dem Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr (KMR), Bochum.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 80

Ultraschall II

**Morphologische Abbildung der Haut und Blutflußabbildung in kleinen Gefäßen mit hochfrequentem (50/100 MHz) Ultraschall**

Vogt, M. (1), H. Ermert (1), S. El Gammal (2), K. Hoffmann (3), M. Stücker (3), P. Altmeyer (3)

*Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum (1), Dermatologische Klinik, Krankenhaus Bethesda, Freudenberg (2), Dermatologische Universitätsklinik, Ruhr-Universität Bochum (3), Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr Bochum (1,3)*

Zur hochaufgelösten morphologischen Abbildung der Haut ist ein im 100 MHz-Bereich arbeitendes Ultraschallabbildungssystem (axiale Auflösung 9  $\mu\text{m}$ , laterale Auflösung 27  $\mu\text{m}$ ) entwickelt worden. Ferner ist ein 50 MHz-Ultraschall-Doppler-System zur hochaufgelösten Blutflußabbildung in kleinen Gefäßen realisiert worden (axiale Auflösung 17  $\mu\text{m}$ , laterale Auflösung 54  $\mu\text{m}$ ). In beiden Systemansätzen kommen sphärisch fokussierte Einzelelementschallwandler zum Einsatz, die zur räumlichen Abtastung mit Hilfe von Schrittmotoren mechanisch verfahren werden. Zur Generierung eines Sendesignals wird ein Arbiträrgenerator mit nachgeschalteten linearen Leistungsverstärker eingesetzt, womit eine Kompensation der frequenzabhängigen Dämpfung des Gewebes durch inverse Filterung des Sendesignals möglich ist. Das Echosignal wird mit einem Transientenrekorder (Abtastfrequenz 500 MHz) abgetastet. Ferner wird mit Hilfe eines schnellen, breitbandigen Abtast-Halte-Gliedes das Echosignal innerhalb eines einzelnen axialen Meßtores abgetastet. Das damit vorliegende Dopplersignal wird über einen Lautsprecher hörbar gemacht, und es werden Spektrogramme des Dopplersignals in Echtzeit berechnet. Zur Optimierung des Signal-Rausch-Verhältnisses ist in dem System ein Ansatz zur Pulskompression realisiert worden. Mit Hilfe des Arbiträrgenerators wird dabei ein frequenzmoduliertes Sendesignal erzeugt, und das Echosignal wird mit einem analogen Pulskompressionsfilters verarbeitet.

Die Abbildungseigenschaften der realisierten Abbildungssysteme sind mit Hilfe von Messungen an Phantomen (Fadenphantom, Flußphantom) charakterisiert worden. Es werden Ergebnisse von Messungen an Probanden mit gesunder Haut sowie pathologischen Befunden vorgestellt. Die hochfrequente 100 MHz-Sonographie erlaubt die hochaufgelöste Abbildung der obersten Hautschichten. Die Ergebnisse von Messungen an Probanden zeigen, daß mit dem realisierten 50 MHz Ultraschall-Puls-Doppler-System die Abbildung von Blutfluß in kleinsten Gefäßen mit Durchmessern bis hinab zu 400  $\mu\text{m}$  und mit Flußgeschwindigkeiten in der Größe weniger mm/s möglich ist.

Ein Beitrag aus dem Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr (KMR), Bochum, gefördert vom BMBF, Aktenzeichen 13N8079

Mi. 14:35 Uhr Raum H 80

Ultraschall II

## **Thermotherapie-Monitoring mit Ultraschall**

Siebers, Stefan, Helmut Ermert

*Institut für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum*

In den letzten Jahren wurde verstärkt die Thermotherapie bei nicht operablen Tumoren der Leber angewandt. Bei der Thermotherapie wird das zu behandelnde Gewebavolumen auf über 60° C erhitzt, was zu einer gezielten thermischen Schädigung des betreffenden Gewebeareals durch Koagulation führt. Tumoren können so thermisch zerstört werden. Zum Einsatz kommen u.a. laserbasierte Verfahren und Radiofrequenzablation. Bei beiden Verfahren werden dünne Sonden, über die Energie in Form von Laserlicht bzw. hochfrequentem Wechselstrom in das Gewebe eingebracht wird, minimalinvasiv oder intraoperativ in den Tumor eingeführt. Es haben sich jedoch noch keine geeigneten Abbildungsmodalitäten durchgesetzt, um den Koagulationsvorgang mit ausreichender Genauigkeit online, d.h. in Echtzeit, zu überwachen. CT-Verfahren werden im wesentlichen zur Nachkontrolle eingesetzt, MR-Verfahren lassen nur eine begrenzte Online-Kontrolle zu, hier spielt außerdem die Kostenfrage eine entscheidende Rolle. Die konventionelle Ultraschall-B-Bildgebung wird zur Nadelnavigation sowie zur Online-Kontrolle eingesetzt. Während des Koagulationsvorganges ist im Ultraschall-B-Bild eine sich ausbreitende echogene Zone aufgrund von Gasblasenbildung zu erkennen. Eine genaue Überwachung bzw. Abschätzung des koagulierten Bereiches ist damit jedoch nicht möglich. Ziel eines Teilprojektes des Kompetenzzentrums Medizintechnik Ruhr ist es, ein ultraschallbasiertes, echtzeitfähiges Thermotherapie-Monitoring System zu entwickeln. Es werden dafür Methoden zur Verschiebungsschätzung sowie die Analyse von Texturparametern einbezogen. Verfahren dieser Art können einerseits als Grundlage für eine quantitative, ortsaufgelöste Abbildung der Gewebetemperatur dienen, andererseits für eine Gewebecharakterisierung zur Kennzeichnung koagulierten Gewebes. Es werden erste Ergebnisse aus In-vitro-Versuchen an Schweineleber präsentiert, die als Grundlage für ein Thermotherapie-Monitoring dienen können.

Ein Beitrag aus dem Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr (KMR), Bochum, gefördert vom BMBF, Aktenzeichen: 13N8079

Mi. 15:00 Uhr Raum H 80

Ultraschall II

**Ultraschall-Elastographie**

Hiltawsky, K.M., H. Ermert

*Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik, Ruhr-Universität Bochum*

Die Ultraschall-Elastographie ist ein Ultraschall-Abbildungsverfahren, mit dem elastische Eigenschaften von menschlichem Gewebe dargestellt werden können. Es wurden bereits erste Echtzeit-Systeme entwickelt, mit denen die mechanische Dehnung des Gewebes in Ausbreitungsrichtung des Ultraschalls dargestellt werden kann - und zwar in Abhängigkeit von der von außen angewendeten Kompression auf das untersuchte Gewebe. Das Maß der notwendigen Kompression ist äußerst gering und für die Patienten ohne Belastung und Gefährdung. Das Verfahren ist von medizinischer Relevanz bei der Detektion harter Einschlüsse in menschlichem Gewebe, z.B. bei der Tumorerkennung. In dieser Arbeit werden Ultraschallbilder und sogenannte Elastogramme sowohl von Phantomen mit definierten Einschlüssen (künstliche „Knoten“) als auch von klinisch pathologischen Fällen (Prostata, Brust) vorgestellt. Gerade beim klinischen Einsatz von Echtzeit-Geräten stellt sich die Frage nach der Genauigkeit des Abbildungsverfahrens. Kontrast und Auflösungsvermögen der neuen Methode werden anhand eines Modells erläutert, ebenso mögliche Verbesserungen der Abbildungseigenschaften durch eine gezielte Einbringung der äußeren Kraft für die Verformung des Objektes bzw. des Organs, z.B. mit Hilfe von niederfrequenten mechanischen Schwingungen (Vibrationen).

Ein Beitrag aus dem Kompetenzzentrum Medizintechnik Ruhr (KMR), Bochum, gefördert vom BMBF, Aktenzeichen 13N8079

Mi. 13:20 Uhr Raum H 90

Physiologie I

**Auditive Karten im Hörsystem**

Ehret, G.

*Abteilung Neurobiologie, Universität Ulm*

Auditive Karten sind geordnete räumliche Repräsentationen von Schalleigenschaften (akustische Parameter) und von neuronalen Antwortparametern, die mit akustischen Parametern kovariieren sollten, in Zentren des Hörsystems. Frequenzkarten (Tonotopien) werden durch die Frequenz-Orts-Transformation in der Cochlea bereits im Innenohr erzeugt und im Wesentlichen bis zum primären Feld der Hörrinde beibehalten. Aus Untersuchungen an Hausmäusen, Mongolischen Rennmäusen, Fledermäusen und Katzen kennen wir weitere Karten im auditorischen Mittelhirn (Colliculus inferior) und auditorischen Cortex.

Diese Karten betreffen die Schallparameter Tonhöhe (Amplitudenmodulationsfrequenz), Richtung und Geschwindigkeit von Frequenzänderungen, Tondauer und Schallquellenort in der Horizontalebene und die neuronalen Parameter Antwortschwelle, Frequenzabstimmungsschärfe, Antwortlatenz und Frequenzauflösungsvermögen (Frequenzgruppenbreite). In meinem Beitrag wird die Frage diskutiert, ob sich diese Karten bereits zur Generierung von auditiver Wahrnehmung eignen oder eher Analyseschritte des Hörsystems darstellen, die eine variable Kombination von kartierten Eigenschaften zur Wahrnehmung komplexer auditorischer Objekte vorbereiten. Beispiele für letztere Hypothese liefern Untersuchungen zu perzeptiven Karten in höheren Feldern des auditorischen Cortex einer echoortenden Fledermaus.

Mi. 13:45 Uhr Raum H 90

Physiologie I

### **Sequenzierung sprachlicher Information**

Alter, Friedrich C.

Eine der Herausforderungen an das menschliche auditorische System ist, den einkommenden, kontinuierlichen Sprachschall zu sequenzieren. Zu Sequenzierung können prosodische Informationen genutzt werden. Mittels eines zeitlich hochauflösenden neurophysiologischen Verfahrens (Ereignis-korrelierten Hirnpotentialen - EKP) soll demonstriert werden, welche prosodischen Informationen auf unterschiedlichen Ebenen genutzt werden können. Auf zwei Aspekte wird dabei fokussiert: 1) auf die prosodische Domänenbildung (Silben, Sätze), 2) auf Hervorhebungen (Wortbetonung, Akzentuierung).

Die prosodische Domänenbildung induziert das Vorhandensein prosodischer Grenzen: Es wird gezeigt, welche neuronalen Antworten Silbengrenzen und Grenzen von Intonationsphrasen beim Hören von wortähnlichen Stimuli und Sätzen ausgelöst werden. Hervorhebungen sind wichtig für den lexikalischen Zugriff (Wortbetonung) und für die Interpretation von Sätzen (Akzentuierung). Eine Intonationssprache wie das Deutsche enkodiert diese Hervorhebungsinformation u.a. über lokale Grundfrequenzverläufe (F0/pitch). Anhand von Beispielen der Worterkennung und der Satzverarbeitung wird hierbei gezeigt, welchen Einfluss der F0-Parameter auf die neuronalen Reaktionen und damit auf die Verarbeitungsprozesse hat.

Die Sequenzierung reiteranter Silbenfolgen wird im EKP durch Positivierungen an den Silbengrenzen reflektiert (Kruck et al., in Vorb.). Intonationsphrasen zeigen ebenfalls eine Positivierung (Closure Positive Shift, Steinhauer et al. 1999) an ihrer rechten Grenze während der Satzverarbeitung. Ein früher Einfluss des F0-Parameters während des lexikalischen Zugriffs konnte bei der Verarbeitung von Wörtern mit unterschiedlichen Betonungsmustern nachgewiesen werden (Friedrich et

al. 2001). Die Verarbeitung von Akzenten auf der Satzebene widerspiegelt sich in frontalen Negativierungen im EKP (Hruska et al. 2001).

Diese Daten legen nahe, dass der Sequenzierung unterschiedlich grosser prosodischer Domänen (Silbe vs. Intonationsphrase) ähnliche Verarbeitungsprinzipien zugrunde liegen und dass es eine Interaktion zwischen prosodischer Domänenbildung und Hervorhebung während der Verarbeitung von Wortbetonung und Akzentuierung gibt.

Friedrich, C., Alter, K. & Kotz, S.A. (2001). An electrophysiological response to different pitch contours in words. *NeuroReport*, 12 (15), 3189-3191.

Hruska, C., Alter, K., Steinhauer, K., & Steube, A. (2001). Misleading dialogues: Human's brain reaction to prosodic information. In: Cavé, Ch., Guaitella, I. & S. Santi (eds.). *Orality and Gestures. Interactions et comportements multimodaux dans la communication*. l'Harmattan. Paris. 425-430.

Kruck, St., Tervaniemi, M. & K. Alter (in Vorb.). The neuronal processing of slow and fast temporal changes in tri-syllabic consonant vowel pairs and the influence of task effects: Evidence from ERPs

Steinhauer, K., Alter, K. & Friederici, A. D. (1999): Brain Potentials Indicate Immediate Use of Prosodic Cues in Natural Speech Processing. *Nature Neuroscience*, 2, 191-196.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 90

Physiologie I

## **Sensorisches Gedächtnis**

Schröger, Erich

*PsychologyBioCog: Cognitive and Biological Psychology, Institut für Allgemeine Psychologie, Universität Leipzig*

Modelle des menschlichen Gedächtnisses postulieren ein sensorisches Gedächtnissystem, das durch folgende Eigenschaften charakterisierbar ist: (a) es erstellt automatisch neurale Repräsentationen der eintreffenden sensorischen Information, (b) es hält diese Repräsentationen für einen kurzen Zeitraum aufrecht, (c) es ermöglicht, dass die darin gehaltene Information von anschließenden Prozessen genutzt werden kann, (d) es ist funktional von höheren Verarbeitungsstufen unabhängig. Diese postulierten Eigenschaften werden für das sensorische Gedächtnis des Hörsinns expliziert, wobei besonders auf Befunde des kognitive Neurowissenschaften Bezug genommen wird. Trotz der generellen Gültigkeit dieser Eigenschaften wird das Zutreffen des Postulats (a) der Automatizität und des Postulats (d) des unidirektionalen Informationsflusses vom sensorischen Gedächtnis zu höheren Gedächtnissystemen relativiert. Potentielle Anwendungsfelder der Befunde werden diskutiert.

Mi. 14:35 Uhr Raum H 90

Physiologie I

## **Differenzierung zentral-auditorischer Verarbeitungsleistungen des Menschen mittels psychoakustischer Tests**

Rübsamen, R.

*Fakultät für Biowissenschaften, Pharmazie und Psychologie, Universität Leipzig*

Eine standardisierte Testbatterie, mit der einfach und reliabel eine beeinträchtigte zentrale auditorische Verarbeitung bei Patienten mit erworbenen Hirnschädigungen nachgewiesen werden kann, ist Voraussetzung für eine umfängliche neurologische Untersuchung. Ein wichtiger Baustein dazu ist die grundlegende Differenzierung zwischen der Signalverarbeitung im auditorischen Hirnstamm und in dienzeptionalen bzw. telencephalen Zentren. In den hier vorgestellten Testvarianten kommen präphonematische akustische Stimuli zum Einsatz. Es werden Schwellen für Frequenz-, Lautstärke- und zeitliches Auflösungsvermögen mittels eines adaptiven Dreier-Zwangwahl-Verfahren bestimmt. Aufgrund der Testung identischer physikalischer Signaleigenschaften unter drei verschiedenen Testbedingungen ist es möglich, die Funktionalität einzelner Stationen der Hörbahn zu untersuchen. Integrative neuronale Prozesse im auditorischen Hirnstamm sind eine Voraussetzung für die präzise Lokalisation von Schallquellen im Raum und für eine exakte Detektion von Nutzsignalen im Störschall. Die Integrität des auditorischen Hirnstamms kann durch die Quantifizierung der Diskriminationsleistung für interaurale Frequenz-, Tondauer-, Schalldruckpegel- und Phasenunterschiede erfaßt werden, denn diese Parameter basieren auf binauralen Verarbeitungsmechanismen und induzieren eine Lateralisation des akustischen Objekts. Im Gegensatz dazu kann die dienzeptionale und telencephale Verarbeitung akustischer Reize mittels monauraler Signalpräsentation überprüft werden. Durch eine dichotische Signal/Rausch Stimulation kann zudem der hemisphärenspezifische Beitrag bei der auditorischen Verarbeitung abgeschätzt werden. Es besteht eine deutliche Dissoziation zwischen Defiziten bei Patienten mit Hirnstammläsionen einerseits und Patienten mit Läsionen in kortikalen auditorischen Arealen andererseits. Läsionen in Arealen der auditorischen Hirnstammkerne bedingen beeinträchtigte Lokalisations- und Lateralisationsfähigkeiten, die mit erhöhten Schwellenwerten in den interauralen Tests korrespondieren. Die Diskrimination monaural und dichotisch präsentierter Signalunterschiede ist in diesen Fällen unauffällig. Subkortikale bzw. kortikale Läsionen führen unter dichotischer Signal/Rausch Präsentation zu Verarbeitungsdefiziten bei Reizpräsentation auf dem kontraläsionalen Ohr, während interaurale Signalunterschiede altersgerecht diskriminiert werden können.

Mi. 15:00 Uhr Raum H 90

Physiologie I

**Der Einfluß von Aufmerksamkeit auf die Schallortung**

Gaese, Bernhard, Anja Johnen, Sebastian Moeller, Hermann Wagner

*Institut für Biologie II, RWTH Aachen, Aachen*

Die akustische Umwelt stellt sich oft als komplexe Szene dar, die Schallsignale aus mehreren Quellen enthält. Die begrenzten Verarbeitungskapazitäten des Gehirns können die dabei aufgenommene Hörinformation nicht vollständig bearbeiten. Räumlich-selektive Aufmerksamkeit ist einer der wichtigsten Mechanismen zur Regulation der Sinnesinformation. Zwei Charakteristika von Aufmerksamkeit sind dabei entscheidend: 1. Aufmerksamkeit ist selektiv und fokussiert damit die Verarbeitungskapazitäten auf einen Teil der aufgenommenen Information. 2. Dieser als verhaltensrelevant angesehene Teil der Sinneseindrücke wird ausgewählt und kann dann detaillierter analysiert werden. Nachdem in letzter Zeit räumliche-selektive Aufmerksamkeit im Hörsystem auf der Ebene von Psychophysik und Verhalten untersucht wurde, bearbeiten wir nun neurophysiologische Grundlagen des Phänomens. Dazu wurde die Aktivität einzelner Nervenzellen im Mittelhirn von Eulen und Ratten untersucht, während die Tiere in einem Aufmerksamkeitsparadigma trainiert wurden. Bei Ratten konnte gezeigt werden, daß ein Großteil der Neurone im Mittelhirn (Colliculus superior) unter dem Einfluß von Aufmerksamkeit eine erhöhte allgemeine Aktivität hatten. Akustische Reize wurden allerdings von den Neuronen in diesem Zustand eher schlechter beantwortet, obwohl die Tiere auf diese Reize (im Verhalten) bevorzugt reagierten. Bei Eulen konnte ebenfalls gezeigt werden, daß die Neurone im Mittelhirn (Tectum opticum) eine erhöhte allgemeine Aktivität unter dem Einfluß von Aufmerksamkeit hatten, und zusätzlich besser auf akustische Reize reagierten. Damit konnte ein modulierender Einfluß von Aufmerksamkeit auf der Verarbeitungsebene von Hörinformation gezeigt werden, der für die Orientierungsbewegungen hin zu lokalisierten Schallquellen von wesentlicher Bedeutung ist.

Finanziell unterstützt durch die DFG (SPP 1001 „Sensomotorische Integration“)

---

 Mi. 13:20 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Subj. Bewert.) IV
 

---

### **Ein Vergleich des ‚Booming-Noise Indexes‘ nach Hatano und Hashimoto mit anderen objektiven Signalparametern zur Charakterisierung des subjektiven Dröhneindrucks.**

Weber, Reinhard, Michael Bellmann

*Fachbereich Physik / Akustik, Universität Oldenburg*

Durch die Anregung von tieffrequenten Moden im Fahrzeuginnenraum kann es zu einem mehr oder weniger ausgeprägten Dröhnen kommen, das sich negativ auf den akustischen Komfort auswirkt. Deshalb ist die Beurteilung des Dröhnens ein wichtiger Teil der Qualitätssicherung in der Fahrzeugfertigung. In diesem Zusammenhang ist es von Interesse objektive Messparameter zur Verfügung zu haben, die möglichst gut die subjektiv empfundene Ausprägtheit des Dröhnens beschreiben können im Sinne eines guten korrelativen Zusammenhanges. In dieser Untersuchung werden verschiedene Pegelmaße mit dem von Hatano und Hashimoto für die Messung des Dröhnens entwickelten ‚Booming-Noise Index‘ hinsichtlich ihrer Korrelationen mit subjektiven Urteilen über Dröhnengeräusche verglichen. Dabei zeigt sich, dass man mit gezielten Variationen von Standardpegelmaßen schon zu besseren Messgrößen für den Dröhneindruck kommen kann.

---

 Mi. 13:45 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Subj. Bewert.) IV
 

---

### **Berechnung von Motorrauhigkeiten**

Springer, N., T. Ronnebaum, C. Eichenlaub\*, A. Puzik\*\*

*sounddesign Ronnebaum & Springer, \*Rücker AG, \*\*Volkswagen AG*

Durch Modulationen hervorgerufene zeitliche Effekte spielen bei der Geräuschwahrnehmung eine große Rolle. Zur Beschreibung dieser Phänomene werden i.a. die psychoakustischen Parameter Rauigkeit und Schwankungsstärke verwendet. Von diesen Parametern wird der Modulationsfrequenzbereich zwischen 15 und 40 Hz jedoch nur schwach bewertet. Modulationen in diesem Frequenzbereich spielen aber insbesondere für die empfundene Rauigkeit von Motorgeräuschen im Fahrzeuginnenraum eine wichtige Rolle. Deshalb wurde ein Berechnungsmodell entwickelt, das speziell auf die Rauigkeit von Motorgeräuschen in diesem Modulationsfrequenzbereich abgestimmt ist. In Hörversuchen wurden Fahrzeuginnenraumgeräusche von Experten aus der Motorgentwicklung in Paarvergleichen nach ihrer Rauigkeit beurteilt und mit der BTL-Methode auf einer Intervallskala angeordnet. In diesem Beitrag wird das Berechnungsmodell für die Motorrauhigkeit vorgestellt. Die Ergebnisse der subjektiven Beurteilung werden mit den Berechnungen verglichen.

---

Mi. 14:10 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Subj. Bewert.) IV

---

### **Moderatoren der Geräuschqualität komplexer Geräusche mit tonalen Komponenten**

Bodden, Markus, \* Ralf Heinrichs

*Ingenieurbüro Dr. Bodden*, \* *Ford Werke AG*

Die Geräuschqualität komplexer Geräusche wird durch eine Vielzahl unterschiedlicher Moderatoren beeinflusst. Eine wichtige Klasse dieser Moderatoren stellen tonale Komponenten dar - sie können die Geräuschqualität signifikant herabsetzen. Der Einfluss tonaler Komponenten auf die Geräuschwahrnehmung wird seit vielen Jahrzehnten anhand von Detektions- und Maskierungsphänomenen untersucht. Die meisten dieser Studien befassen sich jedoch mit einer einzelnen tonalen Komponente in einem breitbandigen Hintergrundsignal das selbst keine weiteren tonale Komponenten aufweist. Im Gegensatz dazu sind viele Product Sounds aus einer Vielzahl tonaler Komponenten zusammengesetzt, so z.B. Fahrzeuginnengeräusche. Der Einfluss mehrerer tonaler Komponenten erweist sich hierbei als sehr komplex. Die zu untersuchende Komponente und das Hintergrundgeräusch formen keine unterschiedlichen Schallgestalten mehr, und stellte sich heraus, daß unterschiedliche Versuchspersonen ihre Aufmerksamkeit auf unterschiedliche tonale Komponenten lenken und diese bewerten. Die Ergebnisse, die aus Experimenten mit einzelnen tonalen Komponenten gewonnen wurden, können somit nicht direkt auf mehrere tonale Komponenten übertragen werden, und instrumentelle Verfahren müssen diesen Umständen Rechnung tragen.

---

Mi. 14:35 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Subj. Bewert.) IV

---

### **Objektivierung des subjektiv wahrgenommenen Profilgeräuschs in Reifen-Fahrbahn-Geräuschen**

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

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

Bei der Entstehung von Reifen-Fahrbahn-Geräuschen spielt unter anderem die Profilgestaltung des Reifens eine wesentliche Rolle. Eine akustisch ungünstige Profilgestaltung führt zu einem als Profilgeräusch bezeichneten tonalen Anteil des Reifen-Fahrbahn-Geräuschs mit geschwindigkeitsabhängiger Frequenz. Ist ein Profilgeräusch wahrnehmbar, führt dies zu einer Abwertung des Reifens bei einer Qualitätsbeurteilung.

In dieser Studie wird der Zusammenhang zwischen dem objektiv (messbaren) Profilgeräuschanteil (am gesamten Reifen-Fahrbahn-Geräusch) und der subjektiv beurteilten Ausprägtheit des Profilgeräusches untersucht. Dazu werden über 80 Reifen-Fahrbahn-Geräusche, deren Spektren zum Teil gezielt (leicht) modifiziert wurden, in eine Rangreihenfolge entsprechend der Stärke des Profilgeräusches gebracht. Diese Rangreihenfolge wird korreliert mit verschiedenen Messparametern, die den Profilgeräuschanteil objektiv charakterisieren sollen. Die Ergebnisse zeigen einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Modifikation der Spektren und der subjektiv beurteilten Ausprägtheit der Profilgeräusche.

Mi. 15:00 Uhr Raum H 20 Fahrzeugaku. (Subj. Bewert.) IV

### **Zur akustischen Bewertung des Schmetterns von Abgasanlagen**

Krüger, Jan, Frank Castor

*Eberspächer GmbH & Co.*

Bei der Bewertung des Mündungsgeräuschs von Abgasanlagen geht es neben der Einhaltung bzw. Unterschreitung der vom Automobilhersteller vorgegebenen maximalen Schalldruckpegel zunehmend auch um die subjektiv angenehme Gestaltung des Geräusches. Bevor jedoch mit Hilfe des Sound Design gezielt auf einen bestimmten Klangeindruck (sportlich, kraftvoll, luxuriös) hingearbeitet werden kann, müssen alle eventuell vorhandenen störenden Geräuschkomponenten eliminiert werden. Eine solche psycho-akustisch unangenehme Komponente tritt bei manchen Abgasanlagen in Form des „Schmetterns“ insbesondere kurz nach dem Start des Motors bei kaltem Motor und kalter Abgasanlage auf. Da das Schmettern nicht direkt messtechnisch erfassbar ist, findet bisher lediglich eine subjektive Bewertung durch Experten statt. Eine genaue meßtechnische Bewertung hat demgegenüber jedoch deutliche Vorteile, da der Entwicklungsprozeß dadurch gezielter verlaufen kann. Mit Hilfe von Hörversuchen und dem Vergleich des subjektiven Höreindrucks mit gemessenen psycho-akustischen Größen konnte eine objektive Beschreibung für eine „Schmetterlästigkeit“ gefunden werden. Die mit diesem Modell gemessene „Schmetterlästigkeit“ korreliert gut mit den Ergebnissen der subjektiven Tests. Die Vorgehensweise wird am Beispiel mehrerer Klangbeispiele demonstriert.

Mi. 13:20 Uhr Raum H 70

Elektroakustik I

**Auralisation: Chancen und Risiken**

Müller, K. H., G. Plenge

*Thanning*

In der raumakustischen Planung ist die Auralisation ein Hilfsmittel, das erlaubt, auf der Basis von Planungsvorgaben die zu erwartenden akustischen Gegebenheiten eines Raumes „hörbar“ zu machen. Dies verführt dazu, bereits im Planungsstadium Architekten und Bauherren von gewählten Planungskonzepten mit Hilfe der Auralisation zu überzeugen. Dies gelingt jedoch nur, wenn bestimmte Rahmenbedingungen sorgfältig eingehalten werden. Selbst dann besteht die Gefahr, dass Schwächen einer Auralisationsberechnung, die nur von akustischen Planern richtig eingeschätzt und berücksichtigt werden können, zu einem falschen „Hörbild“ führen.

Die Risiken der Auralisation, aber auch ihre Chancen werden erläutert und gegenübergestellt.

Mi. 13:45 Uhr Raum H 70

Elektroakustik I

**New microphones technology**

Storgaard-Larsen, T., Bernard Grinn

*Brüel & Kjaer, Dänemark*

The measurement microphones of today are the results of almost 50 years of continuous optimization of production methods based on precision mechanics. By using new materials and production methods, a widening of the window of achievable specifications of condenser microphones can be made. Combining the accuracy and reliability of silicon micro-machining with the experience gained on traditional measurement microphones, new unique features can be added to the range of microphones. Features such as omnidirectionality, new packaging solutions, flexibility and high volumes are characteristic of this technology. As a first result of such efforts, a new microphone, has been developed. The multi-field microphone has a „flat“ frequency response in all sound fields, i.e. pressure-field, diffuse field or free-field (even when the sound comes from different angles of incidence). The results are fewer measurement errors, shorter setup time and higher accuracy in most measurement situations. The multi-field microphone will be compared to existing measurement microphones.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 70

Elektroakustik I

**Mikrofonmessplatz für Frequenzen bis 80 kHz**Härtel, Kai*Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden/ Fa. Sennheiser*

Die Realisierung eines Mikrofonmessplatzes für Frequenzen bis 80 kHz stellt besondere Anforderungen an das Messlautsprechersystem und erfordert sorgfältige Untersuchungen der Schallfeldbedingungen im Messraum. Ziel ist es, im gesamten Frequenzbereich einen genügend hohen Schalldruckpegel und damit einen ausreichenden Störabstand, sowie eine homogene Schalldruckverteilung am Messort zu erzeugen. Der Vortrag dokumentiert Untersuchungen zur Realisierung der Erweiterung eines Mikrofonmessplatzes für Frequenzen bis 80 kHz bei der Firma Sennheiser. Verschiedene Wandlertypen wurden hinsichtlich einer Eignung als Messlautsprecher untersucht, sowie umfangreiche Messungen der Schalldruckverteilung im Messraum durchgeführt. Es werden die für die Realisierung des erweiterten Messplatzes vorgenommenen Schritte nachvollzogen und Ergebnisse dargestellt.

Mi. 14:35 Uhr Raum H 70

Elektroakustik I

**Untersuchungen zum Impulsverhalten von Lautsprechern**Krump, Gerhard*Harman/Becker Automotive Systems GmbH, Straubing*

Die Impulswiedergabe ist bei Lautsprechern in allen Bereichen der Anwendung ein wichtiges Kriterium. Tiefe Frequenzen müssen von Lautsprechersystemen bei entsprechender Lautstärke nicht nur möglichst verzerrungsfrei wiedergegeben werden, sondern auch mit der notwendigen Impulshaftigkeit und Dynamik. In der vorliegenden Untersuchung werden unterschiedliche Lautsprecher zunächst in Hörversuchen bezüglich ihrer Impulswiedergabe miteinander verglichen. Anhand der Ergebnisse wird der Antrieb und die zu bewegende Masse der ausgewählten Lautsprecher zueinander in Relation gesetzt. Mit Hilfe von Multisinus-Signalen mit konstanten Phasen und unterschiedlicher spektraler Zusammensetzung wird die Impulswiedergabe schließlich physikalisch ermittelt und die zugehörigen Spektren berechnet. Korrelationsanalysen zwischen Anregungssignal und Wiedergabesignal im Zeit- und Spektralbereich sollen Maßzahlen liefern, die das Impulsverhalten der verwendeten Lautsprecher charakterisieren.

Mi. 15:00 Uhr Raum H 70

Elektroakustik I

**Analysis of DDS-controlled loudspeaker arrays by 'near field acoustic holography'**

Start, E. W., Ir. G.W.J. van Beuningen

*Duran Audio BV, Zaltbommel, The Netherlands*

With the recent introduction of 'Digital Directivity Synthesis' (DDS) for loudspeaker arrays, the synthesis of optimized, complex-shaped radiation patterns has become possible. Using special simulation software the array response can be predicted in the far as well as in the near field. This paper describes the analysis and verification of DDS-controlled sound fields by measurements. Since anechoic measurements on large arrays are often practically impossible and moreover, not always meaningful, an adapted 'Near field Acoustic Holography' technique is used to measure the predicted array response. By taking impulse responses along a line parallel to the line array, at a short distance, the emitted wave field can be fully characterized in the plane through the array and the measurement (or hologram) line. Next, the measured wave field can be extrapolated to any other position in this vertical plane (within the aperture of the hologram) using a so-called '21/2D' wave field extrapolation operator. The advantages of this method will be discussed and also simulated and measured data will be compared.

Mi. 13:20 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics IV

**Parametrisierung der Normalkurven gleicher Pegellautstärke durch das Lautheitsmodell nach Zwicker**

Mellert, Volker, Handy Oey

*Universität Oldenburg, Physik-Akustik, Oldenburg*

Es werden individuell gemessene Isophone vorgestellt, die mit sehr guter Reproduzierbarkeit bestimmt wurden. In Anlehnung an das Lautheitsmodell nach Zwicker wird mit einem vereinfachten Ansatz für Sinustöne der frequenzabhängige Verlauf der Isophonen modelliert. Es gelingt, den Verlauf der individuellen Isophone mit zwei Parametern sehr gut unter Berücksichtigung des individuellen Hörschwellenverlaufs zu modellieren. Das Modell erlaubt eine verbesserte Berücksichtigung der großen inter-individuellen Unterschiede zwischen den Isophonen, indem ein neuartiges Mittelungsverfahren für die Parametersätze vorgeschlagen wird. Die so gemittelten Isophonen werden im Vergleich zu den über viele Individuen gemittelten Kurvenverläufen diskutiert.

Mi. 13:45 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics IV

**Zum Einfluß der Phase auf psychoakustische Empfindungsgrößen bei motorähnlichen Signalen**Patsouras, Christine*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

In früheren Untersuchungen wurden anhand von Dreitonkomplexen (amplituden- bzw. quasifrequenzmodulierte Sinustöne) die Auswirkungen einer Phasendrehung auf die psychoakustischen Empfindungsgrößen Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, Schwankungsstärke und Lästigkeit vorgestellt [Auswirkungen einer Phasendrehung bei Dreitonkomplexen auf psychoakustische Empfindungsgrößen, DAGA 2001]. Für die vorliegende Studie wurden im Anschluß daran durch Kombination von mehreren amplitudenmodulierten Sinustönen motorähnliche Signale realisiert. In Experimenten wurden die Unterschiede, welche durch Drehen einzelner bzw. auch mehrerer Spektrallinien um 90 oder 180 entstehen, bezüglich der genannten psychoakustischen Empfindungsgrößen gemessen. Es zeigte sich, daß Phasenänderungen - ähnlich wie bei den Dreitonkomplexen - die wahrgenommene Lautheit kaum beeinflussen. Die größten Unterschiede zeigten sich in Rauigkeit und Schärfe. Die Lästigkeit der simulierten Motorgeräusche konnte durch Phasenänderung teilweise reduziert werden, lediglich bei inharmonischen Spektren nimmt deren Lästigkeit durch Phasenänderungen noch zu.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics IV

**Sprache und Musik stören oft, aber nicht immer - Experimente zum Irrelevant-Sound-Effekt bei visueller und auditiver Itempräsentation**Schlittmeier, Sabine (1), Jürgen Hellbrück (1), Maria Klätte (2)*(1) Katholische Universität Eichstätt Ingolstadt, (2) Universität Oldenburg*

Als Irrelevant-Sound-Effekt (ISE) wird das Phänomen bezeichnet, dass das kurzzeitige Behalten einer Reihe visuell dargebotener unverbundener Items (Ziffern oder Konsonanten) bei gleichzeitiger Präsentation bestimmter, für die Behaltensaufgabe irrelevanter Hintergrundschalle gestört wird. Nur ansatzweise untersucht ist bislang die Frage, wie irrelevanter Hintergrundschall auf das Behalten akustisch präsentierter Informationen wirkt. In unseren Experimenten zeigen wir, dass irrelevanter Hintergrundschall sich auf das Kurzzeitgedächtnis unverbundener Items unterschiedlich auswirkt, und zwar je nachdem, ob die Informationen visuell oder auditiv dargeboten werden. Bei visueller Darbietung der Informationen stört insbesondere Sprachschall, aber auch

Musik, die starke zeitliche Veränderungen aufweist. Bei auditiver Darbietung jedoch ist die Störwirkung nur auf Sprachschall beschränkt. In einem weiteren Experiment wurde untersucht, ob bei auditiv präsentierten Items die Störwirkung des sprachlichen Hintergrundschalls auf eine Beeinträchtigung während der Enkodierung des Behaltensmaterials (z.B. vermehrte Höranstrengung) zurückgeführt werden kann. Es konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass dies unter den gegebenen Signal-Rausch-Verhältnissen nicht der Fall ist, sondern die Beeinträchtigung im Arbeitsgedächtnis zu lokalisieren ist. Diese Ergebnisse haben praktische Implikationen für die Gestaltung von Arbeitsplätzen, wo visuelle und/oder akustische Informationen mental zu verarbeiten sind, während gleichzeitig sprachlicher oder nichtsprachlicher Hintergrundschall einwirkt (z.B. Großraumbüro, Lernumwelten, verschiedene Bereiche bei der Mensch-Maschine-Kommunikation).

Mi. 14:35 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics IV

**Der Ventriloquismus-Effekt in realer und virtueller Hörumgebung**Seeber, Bernhard*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

Der Ventriloquismus-Effekt bezeichnet die Beeinflussung der wahrgenommenen akustischen Richtung durch räumlich benachbarte visuelle Objekte. So dominiert die visuelle Richtung des Mundes der Puppe eines Bauchredners die akustische Richtung der Sprache, die am Ort des Puppenmundes wahrgenommen wird. Zur Untersuchung der Beeinflussung der akustischen Richtungswahrnehmung durch visuelle Ereignisse wurde eine Lichtzeigermethode verwendet, die sich durch eine hohe Anzeigegenauigkeit bei intuitiver, schneller Bedienung auszeichnet (Seeber, DAGA 2001). Untersucht wurde der Einfluß von visueller Fixation auf verschiedene akustische Richtungen in der Horizontalebene im Bereich des Blickfeldes. Die akustische Richtungsdarbietung wurde dabei folgendermaßen variiert: (1) Schalldarbietung in reflexionsarmer Umgebung, (2) Richtungsdarbietung mit Kopfhörern unter Verwendung von individuellen HRTFs und (3) Richtungsdarbietung mit Kopfhörern mit Hilfe von individuell-optimal ausgewählten nicht-individuellen HRTFs (Seeber und Fastl, DAGA 2001). Die Lokalisationsergebnisse bei verschiedener Präsentation der Richtungen werden hinsichtlich der visuellen Fixationsrichtung, der angezeigten akustischen Richtung und der Streuung der Anzeige diskutiert. Die Ergebnisse bei visueller Fixation werden verglichen mit Lokalisationsergebnissen ohne Fixation und ohne das Vorhandensein von visuellen Objekten (vgl. Seeber, DAGA 2002).

Mi. 15:00 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics IV

**Untersuchung der Lokalisation in reflexionsarmer Umgebung und bei virtueller akustischer Richtungsdarbietung mit einer Laser-Pointer-Methode**Seeber, Bernhard*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

Zur Untersuchung der akustischen Lokalisation im Bereich des Blickfeldes bietet es sich an, die wahrgenommene Schallrichtung durch einen Lichtpunkt anzuzeigen. Die Position des Lichtpunktes kann bei der hier verwendeten neuen Methode mit Hilfe eines Trackballs eingestellt werden (Seeber, DAGA 2001). Diese Methode zeichnet sich neben der intuitiven Bedienung besonders durch ihre hohe Meßgenauigkeit und Reproduzierbarkeit aus. Daher kann auf die Genauigkeit der akustischen Lokalisation geschlossen werden. In diesem Vortrag werden Lokalisationsergebnisse im Bereich der Horizontalebene, die mit dieser Methode in reflexionsarmer Umgebung gewonnen wurden, mit Ergebnissen verglichen, die mit virtueller akustischer Richtungsdarbietung gewonnen wurden. Die virtuelle akustische Richtungsdarbietung über Kopfhörer wurde dabei folgendermaßen variiert: neben individuell gemessenen HRTFs wurden individuell optimal ausgewählte fremde HRTFs verwendet (Auswahlverfahren: Seeber und Fastl, DAGA 2001). Die Lokalisationsergebnisse bei verschiedener Darbietung der Richtungen werden hinsichtlich der angezeigten Richtung und der Streuung der Anzeige diskutiert. Die Ergebnisse mit ausgewählten HRTFs werden zusätzlich hinsichtlich der Vorne-Hinten-Vertauschungen und der Im-Kopf-Lokalisation mit den Ergebnissen individueller HRTFs verglichen.

Mi. 13:20 Uhr Raum H 40

Lärm V

**Vorteile und Möglichkeiten eines mehrkanaligen Messsystems bei der Beurteilung von Schießlärm**Goritzka\*), Manfred, Martin Quickert\*\*)*\*) Goritzka Akustik, \*\*) Brüel & Kjaer GmbH*

Durch die gleichzeitige mehrkanalige Aufzeichnung und Auswertung von Schussgeräuschen ergeben sich Auswertungsmöglichkeiten, die über die von einkanaligen Schallpegelmessern hinausgehen. Durch die mehrkanalige Mess- und Analysetechnik ist es möglich, einzelne Schallübertragungswege zu identifizieren und hinsichtlich ihres Beitrages zum Beurteilungspegel zu quantifizieren. Diese Ergebnisse erlauben eine effektive Planung und Auslegung von erforderlichen Lärmminierungsmaßnahmen. Praxisbeispiele schließen den Vortrag ab.

Mi. 13:45 Uhr Raum H 40

Lärm V

**Möglichkeit der kontinuierlichen Lärmüberwachung mit stationären Dauermessanlagen am Beispiel einer flächenhaften großen Industrieanlage**Hettig, Christian (2), Volker Strese (1), Roland Kurz (2),*(1) Daimler Chrysler AG, Abteilung VUS, Sindelfingen (2) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Winnenden*

Die akustische Dauerüberwachung an einer flächenhaften großen Industrieanlage mittels Abnahmemessungen gestaltet sich in der Praxis in der Regel sehr schwierig und aufwendig. Meist ist die Anlage oder die Nachbarschaft von Fremdgeräuschquellen umgeben, so dass nur in bestimmten Zeiten in der Nacht gemessen werden kann. Die Erstellung eines Lärmkatasters ist ebenfalls sehr aufwendig und bei großen Industrieanlagen meist schon bei Fertigstellung überholt, da Anlagen verändert wurden. Beide Ansätze stellen nur Momentaufnahmen dar. Die akustische Dauerüberwachungsanlage ist eine aufwandminimierte Möglichkeit der Dauerüberwachung. Das Prinzip der Anlage ist mehrere Teilflächen des Industriebetriebes mit Dauermessstationen, die geeignet verteilt werden, dauernd zu überwachen. Anhand von Korrelationen, die speziell für die vorliegende Situation entwickelt werden, können aus den in einem Zentralrechner gespeicherten Ergebnissen der Dauermesseinrichtungen die zu erwartenden Wirkpegel in der benachbarten Umgebung bestimmt werden. Dadurch erhält man ein einfaches Dauerüberwachungssystem, das relativ unabhängig von der Fremdgeräuschsituation ist, und mit dem jederzeit die Geräuschsituation in der Nachbarschaft abgefragt werden kann. Erste Erfahrungen mit dem System und Auswertungen eines Lärmkatasters zeigen, dass die Anlage zur Dauerüberwachung weitestgehend geeignet ist. Weitere Präzisierungen der Korrelationen werden derzeit entwickelt.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 40

Lärm V

**Numerische Simulation der Wirksamkeit verschiedener Schallschutzbarrieren**Blumrich, Reinhard, Dietrich Heimann*Institut für Physik der Atmosphäre, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Oberpfaffenhofen*

Die Wirksamkeit von Schallschutzwänden und -dämmen hängt bekanntermaßen stark von den vorhandenen Windverhältnissen ab. Bei Schallausbreitung in Windrichtung z.B. modifiziert die Schallschutzeinrichtung in der Regel den Windgradienten derart, dass der Abschattungseffekt reduziert wird. Die Verschlechterung der Wirksamkeit hängt u.a. von der Form und Beschaffenheit der Schallschutzeinrichtung ab. Mit

einem System von Simulationsmodellen basierend auf einer numerischen Integration der Euler-Gleichungen wird die Auswirkung der Schallschutzeinrichtung auf das Windfeld einerseits und die Schallausbreitung in dem modifizierten Windfeld andererseits berechnet. Mit Hilfe dieser konsistenten Simulation kann nun die Wirksamkeit einer Wand oder eines Dammes berechnet werden und das diesbezüglich optimale Design gefunden werden. Es werden beispielhaft verschiedene Schallschutzbarrieren diskutiert, deren Einfluss auf das Windfeld dargestellt und deren Wirksamkeit verglichen.

Mi. 14:35 Uhr Raum H 40

Lärm V

### **Lärmschutz in der Stadtplanung mit Blick in die Zukunft**

Mayr, Harald

*Magistrat der Landeshauptstadt Linz, Amt f. Natur- u. Umweltschutz*

Die von der Landeshauptstadt Linz im Jahr 1997 fertiggestellten Schallimmissionspläne werden ganzheitlich in das GIS-System der Stadt eingebunden.

Ich möchte darüber berichten, wie derzeit die Ergebnisse der Berechnungen seitens der Stadt Linz bereits in laufenden Raumordnungsverfahren berücksichtigt werden. Künftig soll durch die Verknüpfung der Schallausbreitungssoftware mit dem digitalen Stadtmodell, einem digitalen Geländemodell sowie einem Verkehrsdatenmodell eine einfache Neuberechnung und Aktualisierung der Schallimmissionspläne möglich werden. Ziele sind stadtweite Prognoserechnungen für Verkehrsmaßnahmen und für Stadtentwicklungspläne.

Durch die Verknüpfung der Ergebnisse mit weiteren Inhalten des GIS, wie beispielsweise Flächenwidmung und Einwohnerzahlen, lassen sich dann auch Parameter zur nachhaltigen Stadtentwicklung laufend beobachten. Beispielsweise ist es durch die Verschneidung der Schallimmissionsdaten mit der Flächenwidmung möglich, Aussagen zur „Verlärmung“ der Stadt und zum Bestand von Ruhezone zu treffen. Mit Daten zur Einwohnerdichte kann die Anzahl von Lärm betroffener Stadtbewohner dargestellt und veröffentlicht werden. Die Überschreitung von Lärmrichtwerten entsprechend der Flächenwidmung und die jeweils betroffene Zahl von Einwohnern werden von der Stadt Linz als Kriterium für die Dringlichkeit der Sanierung herangezogen.

Mi. 15:00 Uhr Raum H 40

Lärm V

**12 Jahre 16. BImSchV/Schall 03 - Anmerkungen aus der Sicht des Nahverkehrs**Krüger, Friedrich*STUVA e.V., Köln*

1990 wurde erstmalig die Richtlinie 16. BImSchV und die Rechenvorschrift Schall 03 in überarbeiteter Fassung herausgegeben. Insbesondere die Schrift Schall 03 ist weitgehend ein Werk der damaligen Deutschen Bundesbahn, dem Nahverkehr kommt hierbei nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Bereits kurz nach Herausgabe der Schall 03 wurden Vorschläge für eine Neufassung einzelner Teilbereiche erarbeitet. Es werden offene Fragen diskutiert und Vorschläge für eine zu überarbeitende Schall 03 vorgestellt.

Mi. 13:20 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung II

**Modellierung der Schallausbreitung in einer realen Atmosphäre**Kühner, Dietrich*deBAKOM GmbH, Odenthal*

Die Entwicklung der Rechner und geeigneter Algorithmen zur Lösung partieller Differentialgleichungen ist so weit fortgeschritten, dass unmittelbar kein Grund zu erkennen ist, sich noch mit Lösungen des mathematischen Problems der Schallausbreitung in einer realen Atmosphäre zu befassen. Im Rahmen des europäischen Projekts „Harmonoise“, mit dem ein harmonisiertes Ausbreitungsmodell für ganz Europa geschaffen werden soll, wird von dem „goldenen Modell“ gesprochen, mit dem alle Ingenieurmodelle geeicht werden könnten.

Der Kern der Lösung liegt jedoch nicht in der Lösung von Differentialgleichungen, sondern in der Beschreibung der realen Atmosphäre und ihrer Wechselwirkungen mit der Topographie. Dabei stellt sich die Frage, welche Kenngrößen diese reale Atmosphäre soweit beschreiben, dass die Lösungen mit dem „goldenen Modell“ auch tatsächlich die ausreichend genauen Daten liefern. Gesucht ist das Schallgeschwindigkeitsfeld und dessen Turbulenz.

Kennt man Temperatur, Feuchte, den dreidimensionalen Windvektor und die Strahlungsbilanz, dann kann, wie ausführlich beschrieben wird, anhand einschlägiger meteorologischer Modelle aus dem Forschungsgebiet der Meteorologie der bodennahen Atmosphäre (bis ca. 100 m über Grund) das Wind- und Temperaturfeld und dessen Turbulenz modelliert werden.

Danach stellt sich die Frage, ob das „goldene Modell“ im Vergleich zu Messungen die richtigen Werte liefert, oder ob in Anbetracht des nur

näherungsweise beschreibbaren Schallgeschwindigkeitsfeldes ein einfaches, gegebenenfalls auf Strahlenansätzen beruhendes wellentheoretisches Modell ausreichend genau die Schallausbreitung beschreibt.

Mi. 13:45 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung II

---

### **Vergleiche der Berechnungsmethoden zur Schallausbreitung in verschiedenen europäischen Lärmschutz-Richtlinien**

Mellert, Volker, Christian Nocke, Rainer Matuschek  
*Universität Oldenburg, Physik - Akustik, Oldenburg*

Es werden die Richtlinien zum Lärmschutz (Straßenverkehr und Schiene) aus Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Österreich, Schweiz und Skandinavien/Niederlande miteinander verglichen. Die Berechnungsverfahren unterscheiden sich stark hinsichtlich der Berücksichtigung physikalischer Ausbreitungs- und Randbedingungen (z.B. Meteorologie und Bodenimpedanz) sowie der Modellannahmen über die Quelleneigenschaften. Die Zuverlässigkeit der Richtlinien wird an analytisch bzw. numerisch berechenbaren und wirklichkeitsnahen Fallbeispielen geprüft. Außerdem werden die Ergebnisse mit zwei professionellen Programmen zur Immissionsprognose verglichen. Als Problem stellt sich die optimale Wahl der Fallbeispiele (benchmark cases) heraus, da in den Richtlinien sehr verschiedene, oft nicht ineinander umrechenbare Parameter eingehen. Ein Schwerpunkt der Untersuchung ist die Berücksichtigung von Bodenparametern (Impedanzen) und meteorologischen Bedingungen. Den analytischen bzw. numerischen Vergleichsrechnungen werden dabei die bevorzugten Witterungsbedingungen der Richtlinie zugrunde gelegt. Die Sensitivität auf Schwankungen dieser Bedingungen wird analysiert.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 60

Schallausbreitung II

---

### **Bündelung nationaler Erfahrungen und Mitwirkung auf Europäischer und Internationaler Ebene**

Probst, Wolfgang, Dr. B. M. Vogelsang

Abschlussdiskussion: Bündelung nationaler Erfahrungen und Mitwirkung auf Europäischer und Internationaler Ebene

Mi. 14:35 Uhr Raum H 60

Normenreihe ISO 1996 I

**Norm-Entwurf ISO/DIS 1996-1 „Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umweltgeräuschen - Teil 1: Grundlegende Größen und Beurteilungsverfahren“**Gottlob, Dieter*Umweltbundesamt, Berlin*

Die Internationale Normenreihe ISO 1996 „Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umweltgeräuschen“ wird zur Zeit überarbeitet. Für Teil 1 „Grundlegende Größen und Beurteilungsverfahren“ ist bereits ein Normentwurf veröffentlicht worden, der in Kürze als Weißdruck verabschiedet werden soll. Grundlegende Beurteilungsgröße bleibt der Beurteilungspegel. Gegenüber den früheren Ausgaben von ISO 1996 sind neben dem Impuls- und Tonzuschlag weitere Korrekturen eingeführt worden, z. B. Ruhezeit- oder Nachtzuschläge, quellen-spezifische Zu- und Abschläge. Weiterhin werden Vorschläge für die Beurteilung der Situation bei Einwirkung mehrerer Lärmquellen unterbreitet sowie Dosiswirkungskurven zur Belästigung angegeben. Über die Höhe der Zu- und Abschläge wurde im Arbeitsausschuss intensiv diskutiert. Da der Entwicklungsstand von Lärmbeurteilungsverfahren in den Mitgliedstaaten der ISO sehr unterschiedlich ist und in vielen Ländern für bestimmte Quellen verbindliche Verfahren rechtlich festgelegt sind, konnte letztlich keine normative Einigung auf bestimmte Werte erzielt werden. Vielmehr werden in informativen Anhängen Bandbreiten oder übliche Werte angegeben. Somit ist ISO 1996 als Rahmenrichtlinie zu verstehen, die bei der praktischen Anwendung auf nationaler Ebene noch zu konkretisieren ist. Im Rahmen des Vortrages wird der Normentwurf vorgestellt, und es werden kritische Punkte für die internationale Abstimmung erörtert.

Mi. 15:00 Uhr Raum H 60

Normenreihe ISO 1996 I

**Komitee-Entwurf ISO/CD 1996-2 „Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umweltgeräuschen - Teil 2: Ermittlung von Umweltgeräuschen“**Vogelsang, Berthold*Niedersächsisches Landesamt für Ökologie*

Die Internationale Normenreihe ISO 1996 „Akustik - Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umweltgeräuschen“ wird zur Zeit überarbeitet. Der Teil 2 „Ermittlung von Umweltgeräuschen“ ist im Gegensatz zu Teil 1 noch ein Komitee-Entwurf und steht somit mit seinen umfangreichen Anhängen in einem intensiven fachlichen Diskussionsprozess. Ausgehend von einer grundsätzlichen Unterscheidung von Geräuschquellen, und zwar zwischen Verkehr (Straße, Schiene und

Luft) und Industrie, werden messtechnische Anforderungen unter besonderer Berücksichtigung des GUM formuliert. Einen herausragenden Stellenwert nimmt dabei die explizite Berücksichtigung von Wetterbedingungen ein. Anschließend werden Messbedingungen hinsichtlich Messwertart und Messort präzisiert, sowie kurze Hinweise für die weitere Auswertung zur abschließenden Bildung von Beurteilungskenngrößen gemäß Teil 1 der ISO 1996 angegeben. In diesem Zusammenhang kommt der Bestimmung eines Tonzuschlages vergleichbar der DIN 45681 eine besondere Aufmerksamkeit zu. Bisher stößt der Komitee-Entwurf bei einigen Mitgliedstaaten der ISO noch auf starke Ablehnung. Es bleibt abzuwarten, ob eine normative Einigung auf bestimmte Messverfahren bzw. Messbedingungen erzielt werden kann. Im Rahmen des Vortrages wird der Komitee-Entwurf vorgestellt, und kritische Punkte aus deutscher Sicht für die internationale Diskussion kurz erörtert.

Mi. 13:20 Uhr Raum H 50

Bauakustik II

### **Probleme bei der In-Situ Korrektur nach EN 12354**

Schneider, Martin, Heinz-Martin Fischer

*Fachhochschule Stuttgart / Hochschule für Technik*

Das Schalldämm-Maß  $R$  eines Bauteils wird im Massivbau durch Energieverluste des Bauteils an benachbarte Bauteile beeinflusst. Für jede Einbausituation kann sich damit ein unterschiedlicher Zahlenwert des Schalldämm-Maßes ergeben. Das Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$  dient in den europäischen Rechenmodellen nach EN 12354 als invariante Größe zur Beschreibung der akustischen Eigenschaft einer bestimmten Bauteilverbindung. Für die Berechnung der Flankendämmung wird das Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$  durch Korrektur über die Randverluste in die der jeweiligen Bausituation entsprechende Schnellepegeldifferenz umgerechnet. Für beide Größen erfolgt die Umrechnung unter Berücksichtigung der im Gebäude (In-Situ) zu erwartenden Körperschall-Nachhallzeit. Das am Bau zu erwartende Schalldämm-Maß wird aus dem Laborwert und einer Korrektur aus dem Verhältnis der im Labor gemessenen Nachhallzeit zu der am Bau zu erwartenden Nachhallzeit berechnet. Neben der Schwierigkeit, die Körperschall-Nachhallzeit genau vorherzuberechnen, ergeben sich weitere Probleme. Eine Abhängigkeit der Schalldämmung vom Verlustfaktor ist unterhalb der Grenzfrequenz nur für freien Biegewellen gegeben. Wird die Korrektur gemäß Rechenmodell im gesamten Frequenzbereich angewendet, so ergeben sich Fehler. Weitere Fehler durch die In-Situ Korrektur entstehen, wenn andere Übertragungsmechanismen (z.B. bei resonanzbehafteten Systemen) die Luftschalldämmung des Bauteils bestimmen.

Mi. 13:45 Uhr Raum H 50

Bauakustik II

**Prognose der Flankendämm-Maße bei der Berechnung der Schalldämmung nach DIN EN 12354-1 und Vergleich mit Meßwerten.**Späh, Moritz, Heinz-Martin Fischer, Steffen Blessing, Martin Schneider*Fachhochschule Stuttgart / Hochschule für Technik*

Die resultierende Schalldämmung, berechnet nach DIN EN 12354-1, basiert auf der Berechnung der einzelnen Übertragungswege. Hierbei wird die Übertragung über das Trennbauteil sowie die Übertragungswege von Flanken erster Ordnung (d.h. mit einer Stoßstelle) berücksichtigt. Dies führt bei benachbarten Rechteckräumen zur Berücksichtigung von insgesamt 13 Einzelwegen. Diese Einzelwege lassen sich zusammenfassen zu der Flankendämmung von 4 flankierenden Bauteilen und des Trennbauteils (z.B. im Empfangsraum). Damit prognostiziert das Berechnungsmodell nicht nur die Schalldämmung der gesamten Übertragungssituation, sondern auch die Anteile der an der Schallübertragung beteiligten Bauteile. In einer Vielzahl von Bausituationen wurden die Schalldämmung sowie die Flankendämm-Maße der Bauteile gemessen, so dass ein Vergleich der Meß- und Rechenwerte möglich ist.

Mi. 14:10 Uhr Raum H 50

Bauakustik II

**Besonderheiten bei der Berücksichtigung von Stoßstellen im Massivbau**Blessing, Steffen, Heinz-Martin Fischer*Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik*

Zukünftig spielen bei der Vorrausberechnung des Schallschutzes in Gebäuden (z. B. nach EN 12354) die Stoßstellendämm-Maße eine wesentliche Rolle. Der Wert dieser Größe beeinflusst direkt die Flankendämmung auf den einzelnen Übertragungswegen.

Im Anhang E zur EN 12354 Teil 1 werden Angaben gemacht, wie das Stoßstellendämm-Maß, im Wesentlichen abhängig von der flächenbezogenen Masse der beteiligten Bauteile, für verschiedene Typen von Stoßstellen berechnet werden kann.

Die Messung des Stoßstellendämm-Maßes erfolgt nach der Norm EN ISO 10848 „Messung der Flankenübertragung von Luftschall und Trittschall zwischen benachbarten Räumen in Prüfständen“ (zur Zeit Entwurf).

Führt man Messungen des Schalldämm-Maßes, der Flankendämmung und des Stoßstellendämm-Maßes in ausgeführten Gebäuden durch und berechnet diese Werte ebenfalls aufgrund der Angaben in Anhang E zur EN 12354-1 oder mittels Meßwerten des Stoßstellendämm-Maßes, so

stellt am fest, dass einige Punkte zu beachten sind, um Messwerte und Rechenwerte in Einklang zu bringen.

Mi. 14:35 Uhr Raum H 50

Bauakustik II

### **Längsschalldämmung und Stoßstellendämmung im mehrgeschossigen Holzbau**

Saß, Bernd, Rolf Schumacher

*ift Rosenheim, Institut für Fenstertechnik, Rosenheim*

Mit der Einführung des europäischen Rechenverfahrens nach DIN EN 12354-1 und dessen Übernahme in DIN 4109 besteht die Notwendigkeit, die erforderlichen Eingangsdaten für die Flankenschallübertragung zwischen zwei Räumen zu ermitteln. Für den mehrgeschossigen Holzbau (z.B. Holzständerwände) wurden dazu grundlegende Arbeiten durchgeführt, die in diesem Papier vorgestellt werden. Es sind Untersuchungen zur Körperschallnachhallzeit, Messungen der Längsschalldämmung, des Stoßstellendämm-Maßes, der Transmissionsschalldämmung verschiedener Wandtypen, und des Einflusses von Vorsatzschalen und Dämmstoffen. Diskutiert werden die einzelnen Übertragungspfade, die Relevanz der Anschlüsse und der Stoßstellendämmung. Untersucht wurde die die Frage, ob die Anwendung der im Rechenmodell erforderlichen Eingangsdaten (z.B. Körperschallnachhallzeit) für die Holzständerbauweise relevant ist und ob sich Vereinfachungen im Sinne des simplified modell für den Holzbau ergeben. Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass das Rechenverfahren nach DIN EN 12354-1 im Holzbau angewendet werden kann, insbesondere dass die Stoßstellendämmung  $K_{ij}$  zwar wichtig für das Rechenverfahren, ansonsten wahrscheinlich jedoch invariant ist.

Mi. 15:00 Uhr Raum H 50

Bauakustik II

### **Scale model investigations of wall junctions for sound transmission**

Kandaswamy, S., Ramachandraiah, A.

*Building Technology Div., Dept. of Civil Eng., I.I.T.MADRAS, Chennai*

Wall junctions in buildings play an important role in sound transmission between dwellings. Sound transmission between dwellings is composed of direct and flanking transmission paths. Wall junctions result in a wide combination and number of flanking paths which can be more of a controlling factor on sound transmission than the direct path. To analyse this phenomenon of sound transmission scale models have been constructed and wall junctions have been studied for sound transmission. The wall junctions and coupling between walls and rooms have been analysed for sound transmission using Statistical Energy Analysis. An analysis of three different types of wall junctions and their sound reduction index has been calculated.

Mi. 13:20 Uhr Raum FNO 77

Lehre in der Akustik II

**Zur Lehrveranstaltung „Ähnlichkeitstheorie und Modelltechnik“  
in der Ingenieurausbildung**Költzsch, Peter*Institut für Akustik und Sprachkommunikation, Technische Universität  
Dresden*

Die zur DAGA 2001 in Hamburg kurz erwähnte Vorlesung „Ähnlichkeitstheorie und Modelltechnik“ ist erweitert worden und wird nunmehr für Studierende technischer Disziplinen (Elektrotechnik, Akustik, Maschinenbau) angeboten. Sie beinhaltet die Grundprinzipien der Ähnlichkeitstheorie sowie die Grundlagen und Anwendungen von Modelluntersuchungen in den Natur- und Technikwissenschaften. Ein bedeutender Teil der Vorlesung befasst sich mit der Ermittlung dimensionsloser Größen, die ein technisches Problem charakterisieren, und zwar erstens mit Hilfe des Matrixverfahrens, basierend auf der Relevanzliste der Parameter des zu untersuchenden Problems, zweitens mit Hilfe der dem physikalisch-technischen Problem zugrunde liegenden Differentialgleichungen und drittens durch Nutzung der Verhältnisse zwischen problemrelevanten physikalischen Größen, z. B. Verhältnisse der Kräfte bzw. der Energien. In einem Abschnitt zur Modelltechnik werden die Grundlagen physikalisch ähnlicher Modelle und physikalisch analoger Modelle behandelt, einschließlich zahlreicher Beispiele aus der Akustik, u. a. Schallausbreitung in Fluiden, aerodynamische Schallentstehung, Schalldämpfer, Strukturschwingungen, des weiteren die elektromechanische/akustische Analogie sowie die sogenannte Flachwasseranalogie in der Akustik. Abschließend wird die Ermittlung und Anwendung dimensionsloser Größen in zahlreichen Ingenieurdisziplinen dargestellt (u.a. Akustik, Fluidmechanik, Thermodynamik, Verfahrenstechnik, Biomedizintechnik). Dabei wird auch auf den historischen Aspekt der Ähnlichkeitskennzahlen (z. B. REYNOLDS, HELMHOLTZ), auf die umfassende Anwendung der HELMHOLTZ-Zahl in der Akustik sowie auf die Vorteile der dimensionslosen Darstellung von experimentellen und numerischen Ergebnissen in der Strömungsakustik eingegangen. Die Vorlesung ist mit Rechenübungen und einem Praktikum gekoppelt (Abhängigkeit der STROUHAL-Zahl von der REYNOLDS-Zahl bei der Messung von Hiebtönen am umströmten Zylinder im aeroakustischen Windkanal der TU Dresden).

Mi. 13:45 Uhr Raum FNO 77

Lehre in der Akustik II

**Lehrinhalte zur Akustik im virtuellen Klassenraum**Klett, Fanny*Technische Universität Ilmenau, Institut für Medientechnik, Ilmenau*

In dem Beitrag wird die Gestaltung der hoch interaktiven webbasierten Lernumgebung ED-MEDIA diskutiert, die einen Zugriff auf Lehrinhalte zur Akustik bei der Verwendung multipler Darstellungsformen (Text, Bild, Ton, 2D- und 3D-Animation, VR-Welt, Simulation) in einem individualisierten Lernraum anbietet. ED-MEDIA vereint eine vernetzte Wissensbasis mit der multimedial aufbereiteten Darstellung der Inhalte und einer intuitiven Benutzerführung. In struktureller Hinsicht wird eine geeignete Gliederung der akustischen Lehrinhalte vorgenommen, um dem Lernenden die allmähliche Einarbeitung in das jeweilige Thema zu ermöglichen. Mit der klaren thematischen Abgrenzung der einzelnen Lerneinheiten wird eine sukzessive Aneignung des Lernstoffs erreicht. Da in der einschlägigen Literatur meist neben dem Text nur Skizzen vorzufinden sind, werden schematische Abfolgen von akustischen Prozessen als Animationen bzw. Filmsequenzen verdeutlicht. Darüber hinaus ermöglichen 3D-Darstellungen z.B. von unterschiedlichen Mikrofon- und Lautsprechertypen einen Einblick in deren inneren Konstruktionsaufbau und Funktionsweise. Durch die multiple Darbietung der einzelnen Wissensinhalte wird eine Lernförderung der Informationsaufnahmeprozesse und eine Steigerung der Motivation angestrebt. Um die Funktionalität der hypermedialen Lernumgebung zu steigern, wird ein interaktiver Zugriff auf die integrierten stand-alone Lernmodule über das World Wide Web angeboten. Neben einer Unterstützung des selbständigen Lernens und des Lehrens bietet die hypermediale Lernumgebung eine flexible Grundlage zur Realisierung eines effektiven Kommunikationsaustausches in einem virtuellen Klassenraum. Die Kommunikationsplattform ermöglicht die Verbindung zwischen Lernenden und Tutoren sowie zwischen den Lernenden selbst. Ein Self-assessment zur Kontrolle des Lernerfolges ermöglicht eine kritische Einschätzung des erworbenen Wissens. Der Schwerpunkt der Visualisierungen liegt zur Zeit bei der Darstellung von akustischer Wahrnehmung und akustischer Phänomene, Stereophonieaufnahmeverfahren, Schallwandlern, Mikrofonrichtcharakteristiken u.a.

Mi. 14:10 Uhr Raum FNO 77

Lehre in der Akustik II

**Fahrzeugakustik in der Ingenieurausbildung**Helfer, Martin*Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart*

Ingenieure mit einer fundierten akustischen Ausbildung sind sowohl bei Fahrzeugherstellern, als auch bei der Zulieferindustrie und den für beide tätigen Dienstleistern sehr gefragt. Besonders die betroffenen Hochschulen sollten daher in ihr Lehrangebot verstärkt Veranstaltungen auf diesem Gebiet aufnehmen. Hierbei sollte das in Vorlesungen vermittelte Fachwissen durch Labors verbreitert und durch Studien- und Diplomarbeiten vertieft werden. Um den sich ständig weiterentwickelnden Methoden der Maschinenakustik Rechnung tragen zu können ist es notwendig, die Ausrüstung der Institute ständig auf modernstem Stand zu halten. Hier kann sich eine Zusammenarbeit mit der Fahrzeugindustrie in Form von gemeinsamen Projekten als sehr positiv erweisen, da die Mittel der Universitäten allein hierfür oft nicht ausreichen. Der speziellen Ausbildung auf dem Gebiet der Fahrzeugakustik sollte eine fundierte Behandlung der Grundlagen der technischen Akustik vorausgehen, das durchaus schon im Grundstudium beginnen kann.

Mi. 14:35 Uhr Raum FNO 77

Lehre in der Akustik II

**Lehre der Akustik in der bauphysikalischen Ausbildung**Mehra, Schew-Ram*Lehrstuhl für Bauphysik der Universität Stuttgart und Fraunhofer Institut für Bauphysik in Stuttgart*

Bauphysik befaßt sich mit den Phänomenen der Wärme und Energie, der Feuchte, des Schalls, des Brands und des Lichtes, die fallweise im Inneren von Räumen, in den Bauteilen bzw. auch in der Umgebung von Bauwerken, d.h. in deren städtischem Verbund (Stadtbauphysik) in Erscheinung treten können.

Fragen des baulichen Schallschutzes und der Lärmbekämpfung bilden einen wesentlich Teil der bauphysikalischen Ausbildung im Bauingenieur- und Architekturstudium sowie im Studiums des Umwelttechnikerns. Die Berücksichtigung von Kriterien zur Gewährleistung optimaler bauakustischer Qualität von Gebäuden und Bauteilen, der Widerstandsfähigkeit gegen Schwingungsauswirkungen und der möglichen Maßnahmen gegen den Lärm nehmen dabei einen besonderen Stellenwert ein. Bau- und Raumakustik sowie Schall-Immissionsschutz sind in Lehrplänen des Bauphysikstudiums an vielen Hochschulen integriert. Die grundlegende Kenntnisse dieser Teilgebiete werden den Studierenden im Vor- und vertieftes Wissen im Hauptdiplom vermittelt.

Insbesondere ermöglicht der Einsatz neuer Medien Lehrmethoden und -konzepte, die gerade bei der Vermittlung akustischer Phänomene in der Hochschulausbildung von großer Bedeutung sind und verstärkt in der Lehre Anwendung finden. Dabei wird besonderes Gewicht auf die Umsetzung der Lehrinhalte in die Praxis gelegt.

Mi. 15:00 Uhr Raum FNO 77 Lehre in der Akustik II

---

### **Anforderungen an die Ausbildung akustisch tätiger Ingenieure**

Scheuren, J.

*Müller-BBM GmbH, Planegg*

Die zunehmende Bedeutung akustischer Fragestellungen hat auch die Zahl der mit Akustik befaßten Ingenieure wachsen lassen. Die Tätigkeit dieser Ingenieure ist - wie die Akustik selbst - wesentlich interdisziplinär, und zwar sowohl methodisch als auch im Hinblick auf die Anwendungen. Das daraus ableitbare Berufs- und Tätigkeitsumfeld erlaubt die Formulierung von Kenntnis- und Erfahrungsprofilen, die den akustisch tätigen Ingenieur bei der Bearbeitung seiner vielfältigen Aufgaben unterstützen. Nach einer Beschreibung des breiten Spektrums akustikbezogener Ingenieur Tätigkeit untersucht der Vortrag, inwieweit solche Profile im Studium vorbereitet und vermittelt werden können und welche Studieninhalte dazu geeignet erscheinen.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 100 Hydroacoustics I

---

### **Introduction**

Wille, P., Kozacska, E.

The points of gravity of applied hydroacoustic research in both countries are briefly outlined. The 6+6 invited papers of this structured session have been selected according to four topics:

1. Acoustics of Ships
2. Sound Propagation
3. Seafloor Imaging
4. Signal Processing

Further fields of activities will be mentioned.

Mi. 16:15 Uhr Raum H I00

Hydroacoustics I

**Linear and nonlinear wave propagation in the Southern Baltic**

Grelowska, G., E. Kozaczka, A. Grelowski

*Polish Naval Academy in Gdynia, Technical University of Koszalin, Sea Fisheries Institute in Gdynia*

Recently a group of devices for underwater observation and communication designed on the base of linear theory is completed by the devices designed on the base of nonlinear theory of elastic wave propagation. It involves a visible increase in interest in their range in changeable sea conditions. It is known that sound propagation in shallow water depends on many factors. Changes in the sound speed distribution in shallow water are the main factor influencing propagation of the wave of infinitesimal small amplitude. Propagation of finite amplitude wave in the sea depends moreover on spatial distribution of nonlinear parameter  $B/A$  as well as attenuation coefficient. The conditions of acoustic wave propagation in the Southern Baltic are much more complex than in other shallow waters. In typical shallow water appear seasonal changes in acoustical conditions in the upper layer of the depth of about 60-70 m caused by the changes in annual meteorological conditions. In deep water layer most often acoustical conditions are stable throughout the year. However the acoustical conditions in the deep-water layer in the Southern Baltic change during the year. They depend on inflows of highly saline water from the Northern Sea through the Danish Straits, which evoke dense bottom current increasing the salinity at the bottom. The aim of the paper is to characterise the conditions of linear and nonlinear elastic wave propagation in the Southern Baltic. The paper contains the results of experimental and theoretical research based on a large number of in situ measurements.

Mi. 16:40 Uhr Raum H I00

Hydroacoustics I

**Comparison of the Application of linear and nonlinear acoustical Methods in the gas bubble counting**

Klusek, Zygmunt, Jaromir Jakacki

*Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Sopot, POLAND*

In this work, the application of multifrequency acoustic backscattering setup for measurements of bubble population in the sea surface layer is presented. Bubbles are insonified simultaneously at two relatively close frequencies near their resonance. In the backscattered signal two group of frequencies are analysed - the two primary ones ( $f_1$  and  $f_2$ ), and generated from nonlinear response of a bubble - the sum ( $f_1 + f_2$ ), doubled ( $2f_1$  and  $2f_2$ ) and difference ( $|f_1 - f_2|$ ) frequencies. The results indicate that using parallel analysis at the different group of frequencies in

echoes during the bubble counting could be more precise comparing to each of the techniques taking into consideration linear and nonlinear backscattering separately. The suitability and limitations of the setup for bubble density measurements in the ocean environment are discussed. Comparisons between the methods show generally agreement in bubble distributions, although values of densities acquired from almost identical volume in a single transmission could differ along distance from transducers. Some examples of time series of a bubble concentration received in many-day series of acoustical measurements in the Baltic Sea have been put forward.

Mi. 17:05 Uhr Raum H I00

Hydroacoustics I

### **Underwater noise produced by ship in shallow water**

Kozaczka, E., G. Grelowska

*Polish Naval Academy in Gdynia, Technical University of Koszalin*

The moving ship is the source of underwater noise. The main sources of the underwater noise are the mechanical activity of the machinery installed inside of a ship hull and the work of auxiliary machine. Especially intense source of underwater noise is the ship propeller working in both the subcavitation range and during the cavitation. The third source of noise is the acoustical activity connected with turbulent overflow of the ship hull. The underwater ship noise is a subject of interest for several reasons. Two of them are worth mentioning. The first reason is the fact that both the merchant and the military shipping constitute a major source of the noise in the sea. The other reason is the important application of the underwater noise features in the underwater warfare. The paper presents summarised knowledge on the underwater sound generated by ships. It is based on the experimental results of investigation carried out in shallow sea.

Mi. 17:30 Uhr Raum H I00

Hydroacoustics I

### **Seafloor echo waveform modelling using acoustic pressure impulse response of fractal surface**

Lubniewski, Zbigniew

*Technical University of Gdansk, Poland*

Acoustic methods of seabed characterisation, which are non-invasive, more cost effective and more versatile than direct methods, are still the subject of extensive research. The promising method with use of the backscattered echo envelope fractal dimension was developed recently. Along with empirical verification of this method, the theoretical modelling was performed to evaluate the relationship between fractal dimension of seabed surface, measuring its shape complexity, and fractal

dimension of scattered signal envelope. The paper presents the simulations of narrow band signals backscattering on artificially generated fractal seabed surfaces. The pressure waveforms for simulated echoes were derived from pressure impulse response of surface. The impulse responses for bottom surfaces of different fractal dimension were calculated under assumption that the Kirchhoff approximation constraints were satisfied. The influence of bottom surface complexity on irregularity and other features of backscattered signals and their envelopes was investigated, with respect also to echosounder parameters, e.g. frequency, pulse duration, beamwidth etc. The obtained results allowed to evaluate the conditions for transferring the seabed surface fractal structure onto the backscattered echo, and subsequently, the possibility of application of fractal dimension method in seabed characterisation and classification. The comparison of the results with those obtained previously for calculations of echo intensity due to incoherent scattering on fractal surface, is also presented.

Mi. 17:55 Uhr Raum H I00

Hydroacoustics I

---

### **Acoustic Observations Of Aggregative Behaviour Of Biological Objects In The Baltic Sea**

Szczucka, Joanna*Institute of Oceanology, Polish Academy of Sciences, Sopot, POLAND*

Although the species composition still cannot be accurately determined by acoustic method alone, it is possible even without conventional net sampling to learn a lot about the life in the sea and animal behaviour. Diurnal vertical migration in marine organisms is a well-known phenomenon widely documented in the literature. Generally it is regulated by light changes, but the range and speed of sunrise and sunset movement can be limited by other factors, such as water temperature and density. In recent 10 years, diurnal and nocturnal acoustic scattering patterns in the Baltic Sea have been studied. One of the objectives of the acoustic investigation of this particular area was to determine the typical features of scattering layers in the Baltic and to compare them with the generally accepted characteristics of the World Ocean. A further aim was to understand the abiotic factors causing aggregative fish behaviour in the environment to vary in accordance with seasonally changing thermohaline conditions. The continual echosounding measurements were carried out in different seasons of the years 1991-2001 in a fixed site of the South Baltic. Long-term variability of some specific parameters of the echo signal envelope enabled us to conclude of the seasonal and diurnal characteristics of the vertical migration of scattering layers

Mi. 15:50 Uhr Raum H 80

Ultrasonics I

**Acoustic Properties of Binary Liquid Mixtures under Elevated Pressure**

Ernst, Stefan, Andrzej Zak, Marzena Dzida

*Institute of Chemistry, University of Silesia*

The speeds of sound in propan-1-ol, hexan-1-ol and in the binary mixture ethanol + n-heptane were measured in the temperature range 293 K - 318 K and at pressure up to 120 MPa using the pulse-echo-overlap method with a reflector and transducer operating at 4 MHz. The densities of the liquid systems were measured within the same temperature range at atmospheric pressure using a vibrating tube densimeter. The most interesting result of these investigations are the W-shaped dependencies of the deviations of the speed of sound from the average of the pure component values, i.e. the W-shaped mixing functions of the ultrasound speed, (where  $c$  is the ultrasound speed in the mixture, are the ultrasound speeds in the pure components and are their mole fractions). Such W-shaped concentration dependencies have been observed so far only for the excess heat capacity of some mixtures. And have been interpreted in terms of structure breaking and structure breaking effects. The W-shaped dependence of  $Dc$  found from our experiments seems to be due rather to structure making and structure breaking effects than to critical phenomena, i.e. to a phase separation of the system, although the latter can not be completely ruled out.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 80

Ultrasonics I

**Properties of Binary Mixtures of Alcohols Interpreted Using the Homomorph Concept**

Gepert, Monika, Stefan Ernst

*Institute of Chemistry, Silesian University, Katowice, POLAND*

The complexity of interactions in binary alcohol mixtures makes the interpretations of the acoustic properties of those systems difficult. The breaking and creating of hydrogen bonds accompany the mixing process. Although van der Waals interactions in alcohol mixtures play a minor role, they cannot be neglected in theoretical calculations. The separation of specific interaction (quasi-chemical contribution) from the nonspecific ones (physical contribution) is a crucial problem in the interpretation of the thermodynamic and acoustic properties of those systems. Until now, no attempt has been made to determine the physical and chemical contributions to the acoustic properties of alcohol mixtures. In this study a way to determine the physical and quasi-chemical contributions to the excess adiabatic compressibility  $KSE$  has been suggested using the homomorph concept. Homomorphs of alcohols are

substances similar to alcohols, but unable to associate by hydrogen bondings. Alkanes, in that the methyl group replaces the hydroxyl group, have been used as homomorphs of alcohols. For example, n-hexane was applied as a homomorph of pentan-1-ol and n-nonane as a homomorph of oktan-1-ol. A comparison of the excess adiabatic compressibility of binaries containing alcohols with those of mixtures containing either one or two of the alcohol homomorphs makes it possible to estimate the contributions of breaking and making hydrogen bonds in the alcohol + alcohol system to KSE. Unfortunately, a complete separation of both the contributions is impossible. As expected, the contributions to the excess adiabatic compressibility resulting from the breaking and making of hydrogen bonds are of opposite signs, and can be considered to be the most important interactions in such systems.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 80

Ultrasonics I

### **New Acoustoelectric Method Of The Investigation Of Electronic And Electrical Properties On Semiconductor Surface**

Pustelny, Tadeusz

*Institute of Physics, Silesian University of Technology, Gliwice, POLAND*

Developments in microelectronics over the last few decades have been closely associated with progress in the research of semiconductor surfaces and interfaces. Properties of the near-surface region are different from the volumetric properties. Electrical and electronic properties of the real semiconductor surface may be determined by means of the surface electric potential, the type of impurity atoms and molecules, their concentration and location in the energy gap in the target material, the surface mobility of carriers, the time of the majority and minority carriers, as well as the carrier trapping velocity by fast and slow electronic surface states. By means of the new acoustoelectric method based on layered semiconductor-piezoelectric structure the semiconductors of III-V group have been investigated. The method was applied among other for the control of GaAs (110), InP(111) and InAs (111) monocrystals after their various surface treatments. From these measurements the strong influence of means of chemical and mechanical surface preparation of III-V group semiconductors upon the values of surface parameters were detected. The our new method is not a destructive one. Moreover, it does not require ohmic contacts to the semiconductors under test. The method gives the possibility of determining the values of investigated parameters in high and very high frequency range.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 80

Ultrasonics I

**Ultrasonic Investigation Of „Stable“ Structure In Water Mixtures**

Linde, Bogumil B.J. \*, Jacek Soroka\*\*, Maciej Borkowski\*

*\*Institute of Experimental Physics, University of Gdansk, Gdansk**\*\*Department of Chemistry, Institute of Chemistry and Environmental Protection, Technological University of Szczecin*

The velocity of ultrasound and density were measured in the mixture of several organic compounds and water in the temperature ranges 283 - 308 K.

From these results the adiabatic compressibilities were calculated from the Laplace's equation. The compressibility dependencies on the temperature and concentration are presented as group of isotherms with one common point of intersection. Such relation between adiabatic compressibility and concentration and temperature indicates the formation of a liquid „stable“ structure which we have tried to compare with the solid clathrate formation. It is usually noticed in low molar concentration - 0.03 - 0.05 but it is difficult to explain why such a big structure could exist in liquids. Such a structure was suggested by Baumgarten & Atkinson as well as by Endo, although their interpretation was different. The first authors relate the formation of clathrate structure to the minima of the compressibility isotherms but according to Endo the intersection of the compressibility isotherms are related to such a structure. An other minimum or an inflexion point occur at higher concentrations of organic liquids (the mole fraction about 0.7) at different temperatures. This, however, has not been elucidated yet and is presumed to result from the formation of some structures. It is not yet explained.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 80

Ultrasonics I

**Fresnel diffraction of acoustic waves measured by scanning force microscopy**

Chilla, E.

*Paul Drude Institute for Solid State Electronics, Nanoacoustics group, Berlin*

The acoustic wave field generated by an interdigital transducer has many similarities to the diffracted light field produced by a slit aperture. In particular there is a near field region where the profile of the beam essentially varies. Since most of surface acoustic wave devices operate in the Fresnel region the determination of the acoustic near field is essentially evident. We report on first experiments on GHz surface acoustic waves measured by Scanning Force Microscopy and compare the results with calculations for the diffraction of Rayleigh waves in anisotropic materials.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 90

Physiologie II

**Wahrnehmung im Störschall: Physiologie und Psychoakustik**Klump, Georg*AG Zoophysiologie und Verhalten, Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg*

Signale in der natürlichen Umwelt müssen zumeist vor einem Hintergrund von Störschall entdeckt und erkannt werden. Untersuchungen an Tiermodellen ermöglichen eine Untersuchung der daran beteiligten Mechanismen. Sie erlauben einen direkten Vergleich der Leistungen der Neurone auf verschiedenen Ebenen des Hörsystems mit der im Verhaltensexperiment an derselben Tierart gemessenen Wahrnehmungsleistung. Der Vortrag gibt einen Überblick über kombinierte physiologische und psychoakustische Studien an verschiedenen Tierarten. Die Filtereigenschaften der Haarzellen, die sich in den Raten-Antworten von Hörnervenzellfasern widerspiegeln, korrelieren bei Säugern und Vögeln gut mit den im psychoakustischen Experiment gemessenen auditorischen Filtern. Im Gegensatz zu den neuronalen Filtern im peripheren Hörsystem sind Filter im zentralen Hörsystem jedoch in ihrer Bandbreite weitgehend vom Pegel unabhängig. Das Antwortmuster der Population von Hörnervenzellfasern zeigt Parallelen zu im psychoakustischen Experiment beobachteten Erregungsmustern bzw. Maskierungsmustern. Auch psychoakustische Verdeckungsphänomene wie z.B. das „Comodulation Masking Release“, die eine komplexe spektral-zeitliche Reizverarbeitung erfordern, werden in wesentlichen Eigenschaften von den neuronalen Antwortmustern im Hörsystem abgebildet.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 90

Physiologie II

**Richtcharakteristik der Lautgebung des Haushundes**Frommolt, Karl-Heinz, Alban Gebler*1) Museum für Naturkunde, Humboldt-Universität zu Berlin 2) Institut für Theoretische Biologie, Humboldt-Universität zu Berlin*

Am Beispiel des Haushundes sollte die Richtcharakteristik der Lautgebung eines in akustischer Hinsicht nicht spezialisierten Säugetieres ermittelt werden. 3 verschiedene Lautkategorien (tonales Bellen, atonales Bellen, Jaulen) wurden untersucht. Die Lautäußerungen wurden simultan aus 6 Position ( $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $180^\circ$  Azimuth, sowie  $30^\circ$  und  $90^\circ$  Elevation) in einem reflexionsarmen Raum aufgezeichnet. Für alle Lautformen konnten deutliche Unterschiede zwischen „vorn“ und „hinten“ in einer Größenordnung von 6 bis 14 dB ermittelt werden. Auf der Grundlage der Pegeldifferenzen in den Lautspektren konnte die Frequenzabhängigkeit der Richtcharakteristik gezeigt werden. Die Pegeldifferenz zwischen vorn und hinten steigt von 6dB (bei 600 Hz) auf

20 dB (2500 Hz). Für die meisten Lautäußerungen wurde eine maximale Schallabstrahlung in Richtung 30 Elevation gemessen. Erörtert wird die Bedeutung der Richtcharakteristik für die innerartliche akustische Kommunikation.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 90

Audiologie I

### **Schwingungsmessungen am menschlichen Schädel**

Curdes, Yvonne, Henning Taschke, Peter Hachmann

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Mit Hilfe der im Vortrag vorgestellten Schwingungsmessungen wird ein Finite-Elemente-Modell des menschlichen Schädels verifiziert, das zur möglichst genauen Reproduktion der Schwingungsformen des Schädels und zur Untersuchung der beim Hören wirksamen Knochenschallanteile dient. Die Messungen ermöglichen zum einen die Überprüfung der Vorhersagen des Modells und zum anderen die Modifizierung der Materialparameter. Die Vibrationen des Schädels werden an definierten Punkten mit einem Scanning-Laser-Vibrometer berührungslos bestimmt. Mit Hilfe der verwendeten Scanning-Einheit ist es möglich, Flächen mit einer definierten Messpunktdichte abzutasten, so dass flächenhafte Schwingungen erfasst werden können. Dafür wurde ein Programm entwickelt, das den gesamten Ablauf einer Schwingungsmessung, einschließlich Anregung und Weiterverarbeitung der Messergebnisse, steuert.

Im Vortrag wird der Aufbau und die Funktionsweise des Messsystems erläutert und die Ergebnisse von Schwingungsmessungen an einem mit weißem Rauschen angeregten menschlichen Schädel vorgestellt. Die Messergebnisse wurden derart weiterverarbeitet, daß die Schwingungsformen der einzelnen Schädelseiten als Animation präsentiert werden können.

Damit die simulierten und gemessenen Ergebnisse besser miteinander verglichen werden können, ist es sinnvoll, wenn die Verteilung der Messpunkte auf dem Schädel mit der Anordnung der Knotenpunkte im Finite-Elemente-Netz des Modells übereinstimmt. Daher wird im Vortrag ein Verfahren beschrieben, das die dreidimensionalen Knotenpunktkoordinaten so in das zweidimensionale Koordinatensystem des Laser-Vibrometers abbildet, dass das Finite-Elemente-Netz direkt auf den Schädel projiziert wird.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 90

Audiologie I

**Knochenschall - Schwingungsformen des menschlichen Schädels**

Taschke, H., Y. Curdes

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Unter dem Begriff Knochenschallleitung werden all jene Vorgänge zusammengefasst, bei denen Schwingungen der Bestandteile des Kopfes auf das Gehör übertragen werden. Aufgrund der komplexen Verkopplung des Hörorgans mit dem umliegenden Gewebe existieren verschiedene, durchaus sehr unterschiedliche Theorien zur Übertragung von Knochenschall. Sie unterscheiden sich u.a. dadurch, welche Schwingungsformen das Felsenbein zeigt, der Teil des Schädels, in den das Gehör eingebettet ist. Wie diese Schwingungen genau aussehen, ist bisher noch weitgehend unklar. Im Vortrag werden Ergebnisse einer Finite-Elemente-Studie zu den Schwingungsformen des menschlichen Schädels vorgestellt. Das zugrundeliegende Finite-Elemente-Modell beruht auf einer recht genauen Reproduktion der Schädelgeometrie und der Materialparameter auf der Basis von CT-Daten. Die Materialeigenschaften wurden mit Hilfe von Messungen an trockenen Schädeln sowie an frischen Felsenbeinpräparaten optimiert. Der Vortrag behandelt die möglichen Schwingungsmuster der knöchernen Schädelbestandteile sowie den Einfluss von Gehirn und anderem Gewebe. Neben Modellvorhersagen von Moden und Übertragungsverhalten werden Messergebnisse vorgestellt, die mit Hilfe der Scanning-Laser-Vibrometrie gewonnen wurden. Eine wichtige Frage ist, ob und wo im Felsenbein im akustisch relevanten Frequenzbereich Strukturschwingungen auftreten können. Insbesondere eine mögliche Verformung der sehr harten, knöchernen Schale der Cochlea ist hierbei von Interesse, aber auch die Schwingungen des Gehörgangs und der Mittelohrhöhlen. Im Vortrag wird auf diese Fragen eingegangen.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 90

Audiologie I

**Akustische Impedanzmessungen an ohrnahen Schallwandlern**

Kleber, Jochen

*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Bei der binauralen Darbietung von Schallereignissen sind deutliche Qualitätsunterschiede zwischen Abhöreinrichtungen mit Kopfhörern und mit übersprechkompensierten Lautsprecheranordnungen zu verzeichnen. Als Grund hierfür wird neben einer ungenügenden Entzerrung oder Unterschieden in der Knochenleitung die von außen wirkende akustische Belastung des Ohres vermutet. Zur Klärung der Auswirkung

der akustischen Belastung wird die akustische Impedanz des ohrnahen Schallwandlers mit Ergebnissen von Hörversuchen korreliert. Hierzu wurde eine Reihenuntersuchung von Kopfhörern mit einem Impedanzrohr und der 2-Mikrofon-Methode durchgeführt, deren Ergebnisse hier vorgestellt werden. Diese Ergebnisse werden mit Hörversuchen zu den Parametern Richtung, Entfernung und Im-Kopf-Lokalisation verglichen.

Mi. 17:55 Uhr Raum H 90

Audiologie I

## **Kurven gleicher Lautstärke - die Norm ISO 226 bedarf der Korrektur**

Herbertz, Joachim

*Universität Duisburg, Ultraschalltechnik und Akustik, Duisburg*

Kurven gleicher Lautstärke sind die Grundlage der A-Gewichtung des Schallpegelmessers. Daß ein A-gewichteter Schallpegel wenig geeignet ist, die störende Wirkung von Lärm wiederzugeben, soll hier außer Betracht bleiben. Wichtiger erscheint die Frage, wie weit ein A-gewichteter Schallpegel geeignet ist, zum Schutz des Gehörs vor Dauerlärm - Schwerhörigkeit als Meßwert herangezogen zu werden. Um dieser Frage nachzugehen, muß zunächst die Tragfähigkeit der Wissensbasis, die der A-Bewertung zugrundeliegt, geprüft werden: die Normkurven gleicher Lautstärke. Dazu soll die aktuelle Version der ISO/DIS 226 herhalten.

Hier begegnen wir in der Definition des Lautstärke-Pegels der verwunderlichen Festlegung, daß sich dieser Pegel nicht auf Schall aus einer Quelle vor dem Hörorgan, sondern aus einer Quelle vor dem Gesicht des Hörers bezieht. Das führt mit zunehmenden Frequenz zu immer größerer Unterschätzung der Empfindlichkeit des Hörorgans und zu tatsächlich immer weniger tauglichen Daten: Für den Schutz des Gehörs taugen die Normkurven gleicher Lautstärke nach ISO 226 jedenfalls nicht in den zwei wichtigen Oktaven oberhalb von 10 kHz. Diese Situation wird allerdings durch die AU-Gewichtung gemildert.

Das zweite Problem liegt im Bereich 2 bis 4 kHz, in dem aufgrund der tiefsten Gehörgang - Resonanz schmalbandig mit einem Pegelanstieg von ca. 10 bis 20 dB zu rechnen ist. In den Normkurven gleicher Lautstärke wird durch Mittelwertbildung jegliche Information über die gesteigerte Empfindlichkeit des Ohres ausgeblendet. Das Einzelohr bedarf gerade bei seiner individuellen Resonanz irgendwo zwischen 2 kHz und 4 kHz eines gegenüber dem Durchschnitt erhöhten Schutzes. Ansätze für eine schutzorientierte Bestimmung von Normkurven gleicher Lautstärke werden diskutiert.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik V

**Determination of the acoustical impedance of an internal combustion engine exhaust.**Boonen, Rene, Paul Sas*KU Leuven, Faculty of engineering, PMA, Leuven*

In this investigation, the acoustical impedance of an internal combustion engine is measured and simulated. The measurements are based on the two microphone transfer function method, which is described in the ISO/FDIS 10543-2. Some improvements are proposed to this procedure, concerning the determination of the speed of sound, the exact microphone locations and the correction for the deviation between the microphone responses. To prevent the engine to disturb the reflection coefficient, the engine is run with an electric motor and the intake is sealed. The simulations are carried out using electrical analog circuits, wherein geometrical data of the engine and the manifold is used. The simulation results correlates well with the measurement results. Also, some special cases are simulated, to determine the engine components which contribute primarily to its acoustical impedance.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik V

**Sekundäre Geräuschkinderungsmaßnahmen im Motorraum**Hansen, Michael, Christine Völker*illbruck Automotive Tech-Center GmbH*

Steigende Motorleistung, Verschärfungen der gesetzlichen Anforderungen an das Außengeräusch von PKW sowie hohe Komfortansprüche der Käufer machen sekundäre Akustikmaßnahmen im Motorraum unumgänglich. Es wird ein kurzer Überblick über die Hauptschallquellen im Motorraum gegeben. Die wichtigsten sekundären Schallschutzbauteile werden im Hinblick auf deren Wirkweise und Wirksamkeit aufgezeigt. Am Beispiel von motornahen Kapselungen wie Ölwanne- und Ventildeckelkapseln werden unterschiedliche Bauteilkonzepte dargestellt und demonstriert, wie diese im Sinne der Gesamtfahrzeugakustik optimiert werden können. Die Problematik von zum Teil unterschiedlichen Zielvorgaben und Interessen der am Entwicklungsprozess beteiligten Fachgruppen wird diskutiert. Für den Luftschallpfad der Motor- und Aggregategeräusche wird eine Potentialabschätzung bezüglich des Nutzens von primär schalldämmenden - bzw. absorbierenden Maßnahmen für das Innen- und Außengeräusch eines PKW vorgestellt.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik V

**Datenbank-Modell ASAM-ODS**Virnich, Bernhard, Josef Hobelsberger, Carsten Rucker*Müller-BBM VibroAkustik Systeme*

Als Beispiel für eine Software, die auf dem ASAM-ODS-Standard basiert wird das Prüfstands-Akustik-Meßsystem PAK vorgestellt, dessen physikalische Datenablage ASAM-ODS konform erfolgt.

ASAM-ODS definiert

- ein Modell zur eindeutigen und vollständigen Datenspeicherung,
- die zugehörige Syntax und
- das Format zum Datenaustausch.

Vorteile dieses Standards sind:

- Komplexe Systeme werden in überschaubare Module gegliedert. Das verringert den Installations- und Wartungsaufwand.
- In heterogenen Umgebungen werden gemeinsame Strukturen verwendet. Das erleichtert die Systemintegration.
- Der Datenaustausch wird einfacher. Das verringert Kosten und Risiken in Ihren Projekten.
- Die Definitionen werden fortlaufend entsprechend dem Stand der Technik weiterentwickelt. Das stellt eine sinnvolle Verwendung des Standards auch in der Zukunft sicher.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik V

**Der ASAM-Arbeitskreis**Virnich, Bernhard*Müller-BBM VibroAkustik Systeme*

ASAM e.V. ist die Abkürzung für „Vereinigung zur Standardisierung von Automations- und Messsystemen“. Der ASAM-Arbeitskreis liefert Standards für Datenmodelle, Schnittstellen und Syntaxspezifikationen für eine Vielzahl von Anwendungen. Zahlreiche Messsysteme haben heute ihre eigenen Formate zur Speicherung der Ergebnisse. Diese Formate unterscheiden sich darin, wie ein Versuch oder eine Messreihe beschrieben ist und wie die Daten gespeichert werden. Der Zugriff auf viel unterschiedliche Daten erfordert viele Schnittstellen oder Konverter. Das widerspricht dem Anliegen der Industrie, übergreifende und einfache Anwendungen zu entwickeln, die insgesamt die Ergebnisse aus Versuch, Simulation, eigenen Messungen und denen der Zulieferer bereitstellen können. Der ASAM-Standard „ASAM-ODS“ (Open Data Service) definiert ein generisches Datenmodell zur umfassenden Interpretation von Daten, Schnittstellen für Modellverwaltung, Datenablage und -entnahme und Syntax und Formate des Datenaustausches.

Der Gebrauch standardisierter Schnittstellen und gemeinsamer Strukturen minimiert den Aufwand zur Systemintegration innerhalb der oben beschriebenen heterogenen Umgebung und erleichtert den Datenaustausch wesentlich.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik V

### **Comfort Noise und Störgeräuschreduktion zur Verbesserung der Sprachkommunikation aus dem Fahrzeug**

Kettler, F., H.W. Gierlich

*HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

In der mobilen Kommunikation aus dem Fahrzeug bereitet einerseits der typischerweise sehr hohe Störgeräuschpegel, andererseits die große Entfernung zu dem (oder den-) Mikrofon(-en) entscheidende Probleme. Adaptive Störgeräuschreduktionsalgorithmen zur Verbesserung der Sprachübertragung und Comfort Noise Realisierungen werden zunehmend in Endgeräte wie Freisprecheinrichtungen integriert. Die Hintergrundgeräuschübertragung wird zunehmend zu einem Qualitätsmerkmal. Auditive Tests zeigen, dass diese Komponenten nicht im Sinne einer höchstmöglichen Dämpfung des Hintergrundgeräusches optimiert werden sollen. Vielmehr ist es sinnvoll, die Charakteristik und den Informationsgehalt des Originalgeräusches beizubehalten und -nicht gänzlich vermeidbare- Beeinträchtigungen der Sprache so gering als möglich zu halten.

Im Vortrag werden instrumentelle Tests vorgestellt, die konsequenterweise um charakteristische Merkmale zur Störgeräuschreduktion und Comfort Noise Einspeisung erweitert wurden. Der Wichtigkeit dieser Parameter wurde auch im VDA Arbeitskreis „Autotelefon“ Rechnung getragen. Die dort entwickelte Spezifikation für Kfz Freisprecheinrichtungen definiert ebenfalls Anforderungen und Messverfahren.

Mi. 17:55 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik V

### **Acoustical properties of escalator tunnels in St.-Petersburg Underground**

Pyshin, a., Yuri Tichomirov, Stanislav Yavorsky, \*Victoria Yudina

*Krylov Institute, St.-Petersburg, Russia, \*St.-Petersburg University of Cinema and Television, Russia*

Results of experimental investigations on speech intelligibility in lengthy (up to 100 meters) sloping elevator tunnels of St.-Petersburg Underground are presented. Frequency dependences of reverberation time in the tunnels with and without passengers are analyzed. Dependence of the reverberation time at the different frequencies on the distance along the tunnel axis between a sound source and receiving point is discussed.

Spectrum of the noise in the tunnels produced by a passengers flow on moving escalators is analyzed. Investigations can be used for development of the voice information system for the passengers in Underground tunnels.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 70

Elektroakustik II

### **Signal-Rauschabstandsverbesserung von Audiosignalen auf Basis der Wavelet-Transformation**

Krebber, Jan

*Institut für Kommunikationsakustik, Bochum, and Unit for Signal Processing, Tampere University of Technology*

Mit Entdeckung der schnellen Wavelet-Transformation (Fast Wavelet Transform) 1983 war die Wavelet-Transformation nicht mehr nur den mathematischen Spezialisten vorbehalten, sondern wurde auch für Physiker und Ingenieure zugänglich. Darüber hinaus ist es nun möglich sie einfach zu berechnen und zu programmieren. Im Bereich der Bildverarbeitung ist die Wavelet Transformation schon nicht mehr weg zu denken, und auch im Audiobereich ist die Wavelet-Transformation dabei sich zu etablieren (z.B. MPEG4, perzeptive Kodierung). Dieser Beitrag beschäftigt sich mit den heutigen Möglichkeiten, Grenzen und Ansätzen für weiter Forschungen, auf dem Gebiet der Signal-Rauschabstandsverbesserung von Audiosignalen auf Basis der Wavelet Transformation. Behandelt werden 'linear denoising', 'non-linear denoising / wavelet shrinkage', 'soft thresholding', 'hard thresholding' und 'wavelet iteration'. Anhand von Tonbeispielen soll dem Zuhörer ein grober Eindruck von den jeweiligen Fähigkeiten der Wavelet-Transformation gegeben werden.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 70

Elektroakustik II

### **VDA-Spezifikation für Kfz-Freisprecheinrichtungen**

Gierlich, H. W., F. Kettler, W. Balduin, H. Best, M. Dietz, G. Eisner, A. Hanke, B. Heise, M. Schaible

*HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Die im Rahmen des VDA Arbeitskreises „Autotelefon“ entwickelte Spezifikation definiert Anforderungen und Messverfahren für Kfz-Freisprecheinrichtungen sowie für Mikrofone zum Einsatz für Kfz-Freisprecheinrichtungen. Sie beinhaltet sowohl die Anforderungen für ab Werk verbaute Einrichtungen als auch für Nachrüstlösungen. Alle Tests dieser Spezifikation werden unter Einbeziehung der akustischen Schnittstelle (Mikrofon/Lautsprecher) durchgeführt. Zusätzlich zu den Standard-Telefonometrie-Parametern werden spezielle Tests beschrieben, die wichtige Parameter in der Gegensprechsituation sowie zur Hintergrundgeräuschübertragung beschreiben.

Im Vortrag wird diese Spezifikation erläutert. Das Hauptaugenmerk richtet sich hierbei auf die Beschreibung Testumgebung, der wesentlichen Parameter sowie Erläuterungen zur Ableitung der Grenzwerte.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 70

Elektroakustik II

### **Vergleich zweier Kfz-Freisprecheinrichtungen nach VDA-Spezifikation**

Kettler, F., F. Rosenberger, H.W. Gierlich  
*HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Die VDA-Spezifikation für Kfz-Freisprecheinrichtungen definiert Messungen und Grenzwerte unter Einbeziehung der akustischen Schnittstelle (Mikrofon/Lautsprecher). In diesem Vortrag werden am Beispiel zweier Freisprecheinrichtungen Messergebnisse nach dieser Spezifikation verglichen. Ziel des Vortrages ist primär nicht der Qualitätsvergleich der beiden - zufällig ausgewählten - Freisprecheinrichtungen sondern vielmehr die Intension, die Aussagekraft und Leistungsfähigkeit der Spezifikation selbst zu diskutieren. Neben der Erläuterung von Ergebnissen zu Standardparametern werden insbesondere die messtechnisch anspruchsvolleren, aber für die Sprachübertragungsqualität extrem wichtigen Tests zum Gegensprechen und zur Hintergrundgeräuschübertragung demonstriert.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 70

Elektroakustik II

### **Neue Methoden zur Anpassung von Studiomonitoren an die Raumakustik mit Hilfe digitaler Filterkonzepte**

Goertz, Anselm, Dipl.-Ing. Markus Wolff\*  
*Audio & Acoustics Consulting Aachen; \*Klein + Hummel GmbH Ostfildern*

Basierend auf der Messung von Lautsprechern im Abhörraum können verschiedene Maßnahmen zur Anpassung an die raumakustischen Verhältnisse und zur Ortsanpassung vorgenommen werden. Moderne Studiomonitore erlauben basierend auf digitaler Signalverarbeitung den Einsatz von FIR- und IIR-Filtertypen mit unterschiedlichsten Filtercharakteristika, so dass eine Vielzahl von Möglichkeiten offen steht. Neben der typischen Standortsanpassung sind von einfachen Filterungen gemittelter Raumkurven bis hin zur fein strukturierten Anpassung stark differierende Ansätze denkbar. Anhand einiger Beispiele soll über erste Erfahrungen mit den sehr flexibel einsetzbaren FIR-Filtern berichtet werden.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 70

Elektroakustik II

**Unterschiedliche Lautsprecherkonzepte in der Studioteknik und deren Wechselwirkung mit den raumakustischen Gegebenheiten**Goertz, Anselm, Dipl.-Ing. Markus Wolff\**Audio & Acoustics Consulting Aachen; \*Klein + Hummel GmbH Ostfildern*

Der Beitrag beschäftigt sich mit verschiedenen Verfahren des Einmessens von Studiomonitoren zur Anpassung an die raumakustischen Gegebenheiten eines Abhörraumes. Zunächst werden die Grundlagen der Messtechnik und einige charakteristische Ergebnisse erläutert. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei den ursächlichen Zusammenhängen mit den Eigenschaften des Lautsprechers und dessen Abstrahlverhalten. In einem Vergleich sollen verschiedene Lautsprecherkonzepte vom Direktstrahler über Hornlautsprecher bis zur Linienquelle gegenüber gestellt werden. Abschließend werden die Messergebnisse unter dem Aspekt einer elektrischen Vorfilterung betrachtet.

Mi. 17:55 Uhr Raum H 70

Elektroakustik II

**Maßnahmen zugunsten einer verbesserten, horizontalen Vorneor- tung von klangbildneutralen Hörereignissen bei Kopfhörern**König, Florian M.*ULTRASON AG, Penzberg*

In den letzten gut zehn Jahren wurden vermehrt diverse Verfahren zur Erzeugung von Raumklang mittels Kopfhörern erörtert, welche entweder per digital-binauralem Signalprozessing oder Passivmaßnahmen am Kopfhörer zustande kamen (DAGA '91). Grundlagen hierfür schufen u.a. Untersuchungen um die menschliche Zuhörernachbildung in Gestalt sogenannter Kunstkopfsysteme in den Siebzigerjahren. Bei extremer, anatomischer Ungleichheit zwischen der kopf-/richtungsbezogenen Aufnahme- und Wiedergabesituation traten hier bekanntlich, je hörende Person, Streuungen in der Raumklangbildneutralität auf (s. Freifeld-/Diffusfeld-Entzerrung). Anhand üblicher Kopfhörer reduziert sich dies schlußendlich auf das Mono-/Stereoklangempfinden im Vergleich mit nur einer vornehmlich im Kopf lokalisierten Hörereignisebene. Dagegen offeriert das o.g., letztere Passivverfahren ein vornehmlich in der Horizontalebene empfundenes Klanggeschehen mit teilweiser Entfernungswahrnehmung. Dieses

fußt auf eine im wesentlichen lotrecht unterhalb des Gehörgangs gelegene, dezentrale Schallwandleranordnung oder Punktschallquellenerzeugung mit ähnlich markanten Frequenzgangunebenheiten, wie es Freifeldübertragungsmaße von Probanden bei einer Hörriechung vorne ergäben. Es stellte sich nun die Frage, ob und in wie weit vom Tonsignalfomat unabhängig der Effekt des Kopfhörer-Raumklanges samt Vorneortung ohne Klangbildeinbußen optimiert werden kann, zumal bislang öfters noch eine instrumentenabhängige (s. deren unterschiedliche Audiospektren) Hörereigniselivation attestiert wurde.

Der vorliegende Beitrag zeigt rein akusto-mechanische Maßnahmen am in Rede stehenden Beschallungselement, welche es an Kopfhörerkonstruktion ermöglichen, annähernd jede TonsignalfÜbertragungsbereichspartie geeignet zu beeinflussen. Die Zuhörer-Ohrmuschel und deren Anatomie, gemäß der Helix, Concha, Incrusa etc., wird dabei gerichtet derart beschallt, dass wesentliche, lineare Verzerrungen für eine bevorzugte Hörereignisrichtung horizontal vorne effektiver verstärkt auftreten. Die Vorgabe eines neutralen Klangbildes sollte über eine hohe Personengruppe ungestört verbleiben. Beispielhafte Meßergebnisse am individuellen Ohr bzw. Pinna unterstreichen diesen eingeschlagenen Weg.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics V

### **Application of a spectrally integrating auditory filterbank model to audio coding**

van de Par, Steven, Armin Kohlrausch

*Philips Research Laboratories Eindhoven*

Lossy audio compression algorithms exploit the phenomenon of auditory masking. Such algorithms do encode an audio signal in a very efficient, but inaccurate manner, thereby introducing considerable amounts of distortion within the audio signal. This is allowed as long as this distortion is masked by the audio signal itself. To control this process, models of auditory masking have been used. These models have essentially been based on the assumption that the detectability of distortions is governed by the auditory filter that receives the largest distortion-to-masker ratio. There is evidence, however, that the detectability of distortions can be improved by integrating information over a range of auditory filters. As a consequence, spectrally separated distortion components that are inaudible individually in the presence of the masker, can become audible when presented simultaneously. In this presentation we will discuss the implications of this observation for perceptual audio coding.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics V

### **Semantic Attributes of Environmental Sounds and Their Correlations with Psychoacoustic Magnitudes**

Zeitler, Alfred, Jürgen Hellbrück

*Catholic University of Eichstätt*

Various methods are at hand for sound quality assessment, and nowadays the acoustical engineer is in the position to employ modern signal analysis tools for the calculation of elementary psychoacoustical magnitudes such as loudness, sharpness, or roughness. As sound quality comprises more than elementary sensory attributes, additional measurements are needed to get the whole picture of sound quality. The semantic differential method, which has been extensively used in the field of sound engineering for many years, may offer great possibilities to learn about the impression of a sound left to the listener. The scales used in the listeners' tests comprised elementary attributes of hearing as well as so-called affective connotations, i.e. meanings of a sound which may arouse certain emotional states in the listener. These were to apply to a set of short pieces of environmental sounds (each lasting about 5 seconds) stemming from sources such as musical instruments, natural environment, technical appliances etc. As for elementary hearing sensations, respective scales of the semantic differential are compared to corresponding psychoacoustical calculations. Moreover, the reliability of the subjects' judgements is investigated.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 30

Psychoacoustics V

### **Modulationsfilterbank: Spektrale Dekomposition oder zeitliche Korrelationsanalyse?**

Ewert, Stephan, Torsten Dau

*Universität Oldenburg, Arbeitsgruppe Medizinische Physik*

Durch kritische Experimente soll zwischen einer auf der spektralen Zerlegung der Einhüllenden basierten Modulationsfilterbankanalyse und einer auf der zeitlichen (Auto-) Korrelationsanalyse (AKF) basierten Verarbeitung von Amplitudenmodulationen unterschieden werden. Es werden verschiedene Modulationsmaskierer verwendet, die jeweils die gleiche zeitliche Periodizität aufweisen, aber je nach Komplexität auch Energie im Modulationsspektrum bei höheren Harmonischen der Grundfrequenz aufweisen können. In Anwesenheit einer rechteckförmigen oder sinusförmigen Maskiermodulation bei 4 Hz werden Modulationsdetektionsschwellen für eine Testmodulation im Bereich um 16 Hz gemessen. Bei Verwendung der Rechteckmodulation tritt auch Energie bei den Komponenten 12, 20, 28 Hz usw. auf (ungerade Harmonische), während die sinusförmige Maskiermodulation bei 16 Hz nur eine

sehr geringe Maskierwirkung hervorrufen sollte. Eine signifikant höhere Maskierwirkung des Rechteckmodulators auf die Signalmodulation wäre ein starker Hinweis auf eine spektrale Zerlegung der Einhüllenden durch eine Modulationsfilterbank, während ein autokorrelations-basierter Ansatz (ohne zusätzliche Annahmen) keine unterschiedliche Maskierwirkung erzeugen sollte. Es werden verschiedene Phasenbeziehungen zwischen Maskier- und Testmodulation getestet. Die bisherigen experimentellen Daten sprechen für eine spektrale Dekomposition und gegen eine einfache Autokorrelationsanalyse. Die Daten werden im Zusammenhang mit einem Modulationsfilterbank- und einem Autokorrelationsmodell diskutiert.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 30

Psychoakustik I

---

### **Ein neuronales Netz und ein Entscheidungsapparat zur Periodizitätsanalyse bei der Tonhöhenwahrnehmung**

Bogler, Carsten, Christian Kaernbach

*Institut für Allgemeine Psychologie, Universität Leipzig*

Ein periodisches Schallsignal löst ein zeitlich-räumliches Erregungsmuster auf der Basilarmembran aus. Zur Untersuchung der Mechanismen, die die zeitliche Erregungsstruktur auswerten, verwendet man Signale, die hochpaßgefiltert und tiefpaßmaskiert sind. Diese lösen eine reduzierte, rein temporale Tonhöhe aus. Als wichtigstes Hilfsmittel zur Auswertung der Zeitstruktur konnten Intervalle erster Ordnung identifiziert werden (Kaernbach & Demany 1998, JASA 104, 2298-2306; Kaernbach & Bering 2001, JASA 110, 1039-1048), womit ein Autokorrelationsmechanismus ausgeschlossen werden kann. Komplexere, mehrgipflige periodische Signale können allerdings von einer reinen Analyse der Intervalle erster Ordnung nicht adäquat erfaßt werden. Der vorliegende Beitrag stellt ein neuronales Netz auf der Basis von vollständig verbundenen Intervalldetektoren mit schneller synaptischer Plastizität vor, das in Verbindung mit einem Entscheidungsapparat eine virtuelle Versuchsperson simulieren kann, deren Daten sehr gut zu psychophysischen Daten solcher komplexer periodischer Signale passen.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 30

Psychoakustik I

### **Simulation von Mithörschwellen Normal- und Schwerhöriger mit einem dynamischen Lautheitsmodell**

Chalupper, Josef

*Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, Technische Universität München*

Typischerweise ergeben sich bei Innenohrschwerhörigen sowohl hinsichtlich der zeitlichen als auch der spektralen Verdeckung flachere Mithörschwellenmuster als bei Normalhörenden. Im dynamischen Lautheitsmodell DLM werden spektrale und zeitliche Maskierungseffekte nach der Lautheitstransformation berücksichtigt. Für Normal- und Schwerhörige geschieht dies jedoch auf gleiche Weise. Die Frage ist nun, ob durch die Berücksichtigung der Maskierung nach der Lautheitstransformation bereits die reduzierte zeitliche und spektrale Auflösung Innenohrschwerhöriger ausreichend nachvollzogen werden kann. Um Mithörschwellenmessungen simulieren zu können, wurde das Lautheitsmodell mit einem Entscheidungsmechanismus kombiniert. Mit diesem Verfahren wurden Hörversuche zur Pegelabhängigkeit der Nachverdeckung von Breitbandrauschen, zur Simultanverdeckung von Terzrauschen und zur zeitlichen Verdeckung bei amplitudenmodulierten Breitbandrauschen sowohl für Normal- als auch Schwerhörige simuliert. Die Ergebnisse der Hörversuche und Simulationen werden miteinander verglichen und diskutiert.

Mi. 17:55 Uhr Raum H 30

Psychoakustik I

### **Der Einfluß von Hintergrundgeräuschen auf die Lokalisation von Breitbandrauschsignalen in der vertikalen Medianebene**

Getzmann, Stephan

*Ruhr-Universität Bochum, Kognitions- & Umweltpsychologie, Bochum*

In einer Reihe von Experimenten wurde die Lokalisation von maskierten Breitbandrauschsignalen in der vertikalen Medianebene in Abhängigkeit von den räumlichen Positionen von Testschall und Maskierer untersucht. Die Maskierer befanden sich ober- oder unterhalb der Testschalle, die aus fünf verschiedenen Richtungen nahe der Horizontlinie dargeboten wurden. Die Versuchsteilnehmer bestimmten die Position der Testschalle entweder durch manuelles Zeigen oder verbal anhand einer vertikal verlaufenden Zentimeterskala. In beiden Fällen erschienen die Testschalle in Gegenrichtung zur Schalleinfallrichtung des Maskierers hin verschoben. Dies zeigte sich vor allem bei der Lokalisation von Zielgeräuschen auf und unterhalb der Ohrhöhe. Oberhalb der Ohrhöhe ging der resultierende Kontrasteffekt mit zunehmender Elevation des

Zielgeräusches zurück. In einem weiteren Versuch konnte gezeigt werden, dass die Verschiebung auch dann auftrat, wenn der Testschall 1 s nach Ende des Hintergrundrauschens erschien. Diese Ergebnisse stehen in Einklang mit Befunden zur Schall-Lokalisation in der horizontalen Ebene.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen I

## **TA-Lärm oder wer muss eigentlich wem, wie, was sicher nachweisen?**

Vogelsang, Berthold

*Niedersächsisches Landesamt für Ökologie*

Obwohl die in einem langen Prozess gereifte neue TA-Lärm aus dem Jahre 1998 unter Anhörung der beteiligten Kreise als eine normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift zu verstehen ist, hielt dies schon nach kurzer Zeit keineswegs zahlreiche Autoren davon ab, umfangreiche Kommentare zu verfassen. Selbst die zuständigen Verwaltungsbehörden beteiligten sich eifrig an diesem Deutungskartell, indem sie z. B. ein eigenes Kompendium von Hilfestellungen als Interpretationshinweise herausgaben. Insofern verstehen sich die eigenen Ausführungen nur als eine Fortsetzung mit anderen Mitteln, in dem die erstmalig geforderte Angabe einer Qualität sowohl für die Prognose (TA-Lärm A.2.6) als auch die Messung (TA-Lärm A.3.5) in einen entscheidungstheoretischen Zusammenhang mit den Forderungen zur Sicherstellung der Nicht-Überschreitung (TA-Lärm 3.2.1 u. 4.2) sowie zur Einhaltung (TA-Lärm 6.9) gestellt wird. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei den grundsätzlichen Qualitätsanforderungen durch die expliziten Durchführungshinweise unter Einbeziehung der DIN 45645 -1 sowie der indirekten Berücksichtigung der VDI 3723 -1. Dieses Problemfeld erhält dadurch eine zusätzliche Bedeutung, als sich die anfängliche Sicherheit der Immissionsschutzbehörden bei der Unterscheidung von erstmaligen Messungen nach § 28 BImSchG und Überwachungsmessung nach § 52 BImSchG in Verbindung mit TA-Lärm 6.9 durch die aktuellen Gerichtsurteile zu verflüchtigen scheint.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen I

## **Zur normgerechten und praxisrelevanten Bestimmung der Schallemission nach der Maschinenlärm-Informations-Verordnung**

Rottschäfer, M., Strasser, H.

*Institut für Fertigungstechnik, Universität Siegen*

Meßverfahren zur Ermittlung der Geräuschemissionen von Maschinen sind in den verschiedenen nationalen und europäischen Richtlinien und Verordnungen sowie in technischen Regelwerken (DIN-, VDI-, ETS-Richtlinien) beschrieben. Die wichtigsten maschinenspezifischen Geräuschemissionskenngrößen sind der Schalleistungspegel (LWA) und der Emissions-Schalldruckpegel (LpA) am Arbeitsplatz. In den Meßvorschriften sind u.a. auch die einzustellenden Aufstellungs- und Betriebsbedingungen vorgegeben. Ob diese Bedingungen, nach denen die Kenngrößen zu ermitteln sind, auch den tatsächlichen Gegebenheiten am Aufstellungs- bzw. Betriebsort entsprechen, bleibt zu diskutieren. Die Verwendung verschiedener Werkzeuge oder zu bearbeitender Werkstoffe, aber insbesondere die Leistungsgrößen der einzelnen Maschinen, lassen die Schalleistung variieren. Daraus erfolgt, daß bei einer Immissionsbetrachtung am Arbeitsplatz oder in der Nachbarschaft, die unter eingeschränkten praxisbezogenen Bedingungen ermittelten Werte, zu Fehleinschätzungen führen. Messungen an Maschinen und Aggregaten haben gezeigt, daß die Vorgaben der Normen in der Praxis vielfach nicht umsetzbar sind. Die Aufstellung der Maschinen läßt eine Messung nach den vorgegebenen Meßbedingungen oftmals nicht zu. Der Fremdgeräuschanteil ist vielerorts so groß, daß die geforderten Genauigkeitsklassen nicht einhaltbar sind und somit repräsentative Ergebnisse nicht erreicht werden können. Ziel muß es sein, in den Meßnormen den "Hauptbetriebszustand" bzw. die für die Maschine typischen Betriebszustände festzulegen. Der in den Regelwerken vorgegebene Stand der Lärminderungstechnik ist als ein dynamischer Prozeß zu betrachten und bedarf der regelmäßigen Anpassung an den fortschreitenden Entwicklungsstand. Die Regelwerke sind auf weitere geräuschemittierende Maschinen auszudehnen. Auch wegen der häufigen Anwendung der Schallemissionskennwerte bei Immissionsbetrachtungen gilt es, diese Forderungen umzusetzen. Eine rechnerunterstützte „Handlungshilfe“ soll ermöglichen die vorliegenden Informationen, bei der Anwendung von Schallemissionsmeßverfahren, praxisorientiert zur Verfügung zu stellen.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen I

**Fluglärm-Messergebnisse - Auswertungen unter Einbeziehen des Hintergrund- und Allgemein-Geräuschpegels**

Teuber, W., E.-J. Völker

*IAB - Oberursel*

Zur DAGA 2001 wurde über Messungen von Fluglärm einschließlich Tonsignal-Aufzeichnungen berichtet. Zwischenzeitlich fanden weitere Messreihen statt und im Rahmen der Auswertungen sind Gegenüberstellungen zum Grundgeräuschpegel und der generellen Geräuschsituation am Messort vorgenommen worden. Die Darstellung des Stundenmittels für den Fluglärm als  $Leq(4)$ ,  $Leq(3)$  und  $LAS,max$  jedes Überfluges wird in Bezug gesetzt zur allgemeinen Geräuschbelastung, darunter Straßen- und Schienenverkehr mit zugehörigen Mittelungs- und Grundgeräuschpegeln. Diskutiert werden standort- und tageszeitabhängige Unterschiede des Fluglärmpegels zur Vorbelastung, auch im Hinblick auf subjektive Wahrnehmung und Lästigkeit in Gebieten mit bisher geringem Fluglärmanteil.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen I

**Lärmstudie 2000: eine neue Schweizer Fluglärmuntersuchung**

Wirth, Katja, Mark Brink, Christoph Schierz

*Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, ETH Zürich*

In der Schweiz wurden zum Thema Lärmbelästigung bisher zwei bedeutende Untersuchungen durchgeführt, die sozio-psychologische Fluglärmuntersuchung im Gebiet der drei Landesflughäfen Zürich, Genf und Basel (Grandjean et al., 1974) und die Lärmstudie 90 (Oliva et al., 1993) im Umkreis der Flughäfen von Zürich und Genf. Diese beiden Studien brachten wichtige Resultate zur Lärmbelästigungssituation in der Schweiz zutage; so konnte beispielsweise gezeigt werden, dass sich die Belästigung zwischen 1970 und 1990 nicht wesentlich verändert hat, und dass es zwischen den Belästigungsreaktionen der Deutsch- und der Westschweizer keine Unterschiede gibt. Die Lärmbelästigung in den Nachtrandstunden und deren Auswirkungen auf den Schlaf sind in der Schweiz bisher jedoch noch nicht direkt untersucht worden. Wir führen deshalb zur Zeit die sogenannte "Lärmstudie 2000" durch. Auf mehreren Ebenen wird die Fluglärmbelästigung der Anwohner des Flughafens Zürich-Kloten untersucht: Zum einen wird in einer Feldstudie der Einfluss der Tagesbelastung und des Fluglärms in den Nachtrandstunden auf die subjektive und objektive Schlafqualität untersucht. Letzteres erfolgt mit dem von uns entwickelten "Dormographen", der Herzschlag, Atmung und Bewegungen im Bett bei den Probanden zuhause misst. Zum andern wurde im August 2001 in einer repräsentativen Befragung

an über 1800 Personen die Fluglärmbelästigung erfasst, unter Berücksichtigung verschiedener Moderatorvariablen. Diese Befragung kann zu späteren Zeitpunkten wiederholt werden, um die Entwicklung der Belästigungsreaktionen in Abhängigkeit der sich ständig ändernden politischen und betrieblichen Situation am und um den Flughafen Zürich erfassen zu können. Erste Resultate der Befragung und das weitere Versuchsdesign werden vorgetragen und zur Diskussion gestellt.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen I

### **Kriterien und Richtwerte für die erhebliche Belästigung von Anwohnern durch Fluglärm an den Flughäfen Frankfurt, Düsseldorf und München**

Kastka, Joachim, Hofbauer, Uwe, Borsch - Galetke, Elisabeth

*Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin, Universität Düsseldorf*

Für die Bewertung von Belästigung durch Lärm in Wohngebieten nach dem wichtigen Kriterium der Erheblichkeit liegen bisher keine konzeptionell und empirisch abgeklärten Vorstellungen vor. Belästigung durch Fluglärm beeinträchtigt die mit Wohnen umschriebenen Alltagsaktivitäten des Menschen, zu denen wesentlich Ruhe und Erholung gehören. Unklar ist, wie sich globale Belästigungsreaktionen bzgl. Gesamtlärm von nach Wohnfunktionen differenzierteren Belästigungsreaktionen bzgl. Tag- und Nachtlärm und in Abhängigkeit von der Fensterstellung sowie dem Aufenthalt im Aussenbereich/Wohnumfeld unterscheiden. Kriterien der erheblichen Belästigung werden an Hand neuer Ergebnisse, die die Beziehung „Fluglärm - Wohnen - Belästigung“ analysieren, entwickelt. Eine obere Grenze der erheblichen Belästigung wird definiert, bei der Schutzmassnahmen erforderlich werden. Eine untere Grenze kennzeichnet die schwache oder zumutbare Belästigung, bei deren Überschreitung Schutzmassnahmen angedacht werden müssen. Ausgangspunkt bei Bearbeitung des Problems der oberen Grenze ist die Annahme, dass dann in einem Wohngebiet eine erhebliche Belästigung vorliegt, wenn die Anwohner mit mindestens 50 % Wahrscheinlichkeit eine starke Lärmelastung durch die Lärmquelle - hier Fluglärm - aufweisen. Dieses Kriterium kennzeichnet den Bereich der Belästigung, bei dessen Überschreitung die Nutzung eines Gebiets als Wohngebiet in Frage gestellt ist, da Wohngebiete, in denen mehr als die Hälfte der Anwohner stark belästigt sind, für Zwecke des ruhigen Wohnens ungeeignet sind. Bei geschlossenen Fenstern sollten tags wie nachts Kriteriumswerte von maximal 10% stark belästigten Anwohnern vorliegen, wie man sie auch in unbelasteten Kontrollgebieten vorfindet. In diese Richtung geht der Schutzanspruch bzgl. des passiven Lärmschutzes, der aber bzgl. Aussenbereich und der Wohnsituation bei offenem

Fenster nicht vollständig befriedigende Lösungen der Belästigungsproblematik bringt. Als Kriterium für die untere Grenze der erheblichen Belästigung sehen wir die Situation an, in der mehr als die Hälfte der Anwohner bei offenen Fenstern nicht oder nur schwach belästigt sind, denn eine geringfügige Belästigung ist grundsätzlich zumutbar. Diese Konzepte werden an den empirischen Daten aus mehreren neuen Felduntersuchungen an den Flughäfen Frankfurt, München und Düsseldorf überprüft, bei denen insgesamt mehr als 3000 Anwohner zu Fluglärm systematisch befragt wurden und deren Belastung als  $L_{eq}$  und Anzahl relevanter Flugereignisse (NAT70) für Tag und Nacht bestimmt wurde. Tags liegt die untere Schwelle der erheblichen Belästigung bei 55 dB(A)  $L_{eq3}$  (Tag), nachts bei 45 dB(A)  $L_{eq3}$  (Nacht). Ferner liegt die obere Grenze für erhebliche Belästigung Tags bei etwa 58 dB(A)  $L_{eq3}$  (Tag), bzw. bei 60 Überflugereignissen Tags mit einem Pegel  $L_{max}$  über 70 dB(A).

Mi. 17:55 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen I

### **Humanspezifische Nachtfluglärmwirkungen - Ein neuer Forschungsansatz des DLR**

Basner, Mathias, H. Buess, N. Luks, H. Maaß, L. Mawet, E.W. Müller, U. Müller, C. Piehler, G. Plath, E. Rey, A. Samel, M. Schulze, M. Vejvoda, J. Wenzel

*DLR Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin*

Aufgrund des stetig steigenden Luftverkehrsaufkommens nimmt die Nachtfluglärm-Problematik einen immer größeren Stellenwert ein. Das DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin untersucht seit 1999 den Einfluss von Nachtfluglärm auf den menschlichen Schlaf, die Leistungsfähigkeit und das Befinden. In vier repräsentativen Laborstudien werden insgesamt 128 Probanden über 13 aufeinanderfolgende Nächte im Schlaflabor untersucht. Neben den physiologischen Messgrößen Polysomnographie (EEG, EOG, EMG), Atmung, EKG, Fingerpulsamplitude und Aktometrie werden computergestützte Leistungstests durchgeführt, mit denen fluglärmbedingte Einflüsse auf die Merkfähigkeit, die Reaktionsgeschwindigkeit und die Hand-Auge-Koordination überprüft werden. Das subjektive Empfinden wird mit standardisierten Fragebögen erfasst. Zusätzliche werden die Stresshormone Adrenalin, Noradrenalin und Kortisol im nächtlichen Sammelurin bestimmt. Die Fluggeräusche wurden mit Klasse-1-Schallpegelmessern in den Schlafräumen von Flughafenanwohnern aufgezeichnet. Die korrekte Wiedergabe im Schlaflabor wird durch das individuelle akustische Einmessen jeder Schlafkabine garantiert. Die Versuchspersonen erhalten nach zwei Gewöhnungsnächten über neun aufeinander folgende Nächte in der Zeit von 23:00 bis 7:00 Uhr zwischen 4 und 128 Fluggeräusche pro Nacht

mit Maximalpegeln zwischen 50 und 80 dB(A). Durch die gleichzeitige Ausgabe eines Triggersignals ist erstmals eine ereigniskorrelierte Auswertung mit einer zeitlichen Auflösung von bis zu 5 msec möglich. Die Ergebnisse aus den Laborstudien werden in zwei Feldstudien an 64 Versuchspersonen mit derselben Messtechnik, wie sie im Labor zum Einsatz kommt, validiert. Insgesamt werden über 2200 Probandennächte aufgezeichnet, anhand derer ein belastbarer Kriterienkatalog für die Beurteilung und Bewertung von Nachtfluglärmwirkungen auf den Menschen erstellt werden soll. Zwischenergebnisse der ersten beiden Laborstudien mit 64 Probanden (832 Nächte) liegen bereits vor und werden auszugsweise auf der Tagung präsentiert.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 60

Normenreihe ISO 1996 II

### **Eingliederung der ISO 1996-Reihe in das bestehende Normenwerk**

Kunzmann, Bernd

*NALS im DIN und VDI, Düsseldorf*

Normen, die reinweg auf ISO-Ebenen entstehen, werden oft mit Interesse, doch oft auch mit hinreichender Gelassenheit verfolgt. Ein Grund dafür ist, dass Mitgliedsländer der ISO nicht zur nationalen Übernahme von ISO-Normen verpflichtet sind, so wie dies z.B. bei Europäischen Normen der Fall ist. Dennoch gibt es Beispiele dafür, dass solche Normen als nationale Normen übernommen bzw. in Verordnungen eingebunden wurden. Für diejenigen, die darauf nicht vorbereitet waren, endete dann die Gelassenheit oft mit einem abrupten Erwachen. Hierbei ist unter anderem auf (DIN) ISO 9613-2 und (DIN) ISO 8297 zu verweisen. Diese Normen sind u.a. in der TA Lärm einbezogen worden und erhalten dadurch einen ganz anderen Stellenwert. Auf diesem Hintergrund ist es ratsam, die Entwicklung der Normenreihe ISO 1996 zu verfolgen und deren Einbindung in das bestehende nationale und internationale Normenwerk zu bewerten. Das erklärte Ziel von ISO 1996 ist, verwendete Verfahren zur Beschreibung, Messung und Beurteilung von Umweltlärm international zu harmonisieren. Mit dieser Normenreihe sollen damit Werkzeuge bereitgestellt werden, um nationale Normen, Regelwerke und Verordnungen auf einer gemeinsamen Basis zu entwickeln. Der nunmehr zur öffentlichen Diskussion stehende Inhalt beider Normteile ist als mehrheitlicher Konsens zu bewerten. Dies hat zur Folge, dass bestimmte Inhalte auch dann Bestand haben, wenn diese nicht einvernehmlich getragen werden. Es wird aufgezeigt, in welcher Weise sich daraus Zwänge und Einfluss auf nationale Regelwerke bzw. Verfahrensweisen ergeben können. In diese Betrachtung ist auch die Europäische Richtlinie über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm mit einzubeziehen.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 60

Normenreihe ISO 1996 II

**Behandlung der Impulshaltigkeit in der ISO/CD 1996-2 unter Berücksichtigung neuerer Ansätze**

Pompetzki, Wulf, Przybilla, Thomas

*Landesumweltamt NRW, Essen*

Im Rahmen der ISO/DIS 1996-1 werden zwar subjektive Kriterien für die Erkennung impulshaltiger Geräusche angegeben und dazu drei Kategorien für eine Unterteilung definiert, ein objektives Messverfahren ist jedoch nicht enthalten. Lediglich für die Kategorie "high-energy impulsive sound sources" (z.B. militärische Geschosse) wird ein auf der C-Bewertung basierendes Verfahren im Anhang angegeben. Für Geräusche, die den beiden weiteren Kategorien entsprechen, wird die Impulshaltigkeit durch feste Zuschläge berücksichtigt. Dagegen wurde der aktuelle Entwurf zur ISO/CD 1996-2 "Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels" im Anhang D um ein aus Dänemark stammendes objektives Verfahren zur Bestimmung eines Impulszuschlages ergänzt. Dabei wird der Zuschlag aus der Anstiegsgeschwindigkeit der Impulse und der Pegeldifferenz zum stationären Geräuschanteil bestimmt. Im Rahmen des Vortrages soll dieses Verfahren vorgestellt und mit bekannten Methoden zur Bestimmung von Impulszuschlägen wie z.B. dem Taktmaximalpegel oder der Differenz zwischen dem Impulsschallpegel  $L_{AIEq}$  und dem energieäquivalenten Dauerschallpegel  $L_{AFeq}$  verglichen werden.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 60

Normenreihe ISO 1996 II

**Behandlung der Tonhaltigkeit unter Berücksichtigung der DIN 45681**

Sagemühl, Dirk, Lothar Schmidt

*Bayer AG*

Bei der Ermittlung der Tonhaltigkeit von Geräuschen bestehen zwischen dem Komitee-Entwurf ISO/CD 1996-2 und der E DIN 45681 im wesentlichen in zwei Bereichen Unterschiede: 1. im Satz der Kriterien, nach denen die Energie von Spektrallinien, die dem Ton, dem verdeckenden Geräusch oder keinem von beiden zugeordnet (also verworfen) werden 2. die Intention der E DIN 45681, ein Verfahren zur Ermittlung der Tonalität darzustellen, das sich in ausreichend einfacher Weise (z. B. für Messstationen) automatisieren lässt, ist beim ISO/CD 1996-2 nicht zu erkennen. Die beiden Verfahren zur Ermittlung der Tonalität und die Kriterien werden gegenübergestellt; die Auswirkungen der unterschiedlichen Kriterien werden an ausgewählten Beispielen dargestellt.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 60

Normenreihe ISO 1996 II

**Qualifizierung von Immissionsprognosen durch Abschätzung der Unsicherheit**Kurze, U. J.*Müller-BBM, Planegg bei München*

Für Prognosen der Geräuschimmission in der Nachbarschaft von Anlagen sind nach TA Lärm Angaben zur Qualität erforderlich. Sie setzt sich zusammen aus dem Vorwissen des Gutachters über Mittelwerte und Streuungen von Emissionen und Ausbreitungsdämpfungen und aus der Beurteilung des Zusammenwirkens verschiedener Immissionsbeiträge. Ersteres wird mit Bezug auf bestehende Regelwerke diskutiert. Letzterem dient die Darstellung strenger und vereinfachender mathematischer Modelle. Dabei zeigt sich die überwiegende Bedeutung des stärksten Beitrags sowohl hinsichtlich des Gesamtpegels als auch hinsichtlich der Unsicherheit. Während der Gesamtpegel jedoch mit einer Vielzahl von Beiträgen ansteigt, nimmt die Unsicherheit der Immissionsprognose ab. Für untergeordnete Beiträge bestehen keine hohen Anforderungen an die Kenntnis von Standardabweichungen.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 60

Normenreihe ISO 1996 II

**Dreidimensionale Windmessung und deren Nutzungsmöglichkeit für die Umweltakustik**Kühner, Dietrich*deBAKOM GmbH, Odenthal*

Mit der Einführung des Langzeitmittelungspegels in der TALärm und der ISO 1996-2 nimmt die Bedeutung der Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Schallausbreitung und meteorologischen Parametern zu. Dies betrifft einerseits den Faktor  $C_{met}$  der ISO 9613-2 und andererseits das Konzept des meteorologischen Fensters der ISO 1996-2 "Bestimmung von Schallimmissionspegeln". Die letztere will die bekannten Wechselwirkungen zwischen Schallausbreitung und Meteorologie für eine Messstrategie nutzen. Dabei wird davon ausgegangen, dass bei positiven Krümmungsradien (Strahl wird nach unten gekrümmt) die Varianz der Immissionspegel gering und die Ausbreitungsbedingungen gut sind, wobei die ISO 1996-2 den Begriff der Krümmung als Inverses des Krümmungsradius' einführt.

Durch Messen des dreidimensionalen Windvektors lässt sich sowohl die horizontale als auch die vertikale Strömung wie auch deren Turbulenz direkt erfassen. Geeignet für diese Aufgabe sind Geräte, die auf der Messung der Schallgeschwindigkeit mit Ultraschallsensoren in drei Richtungen aufbauen. Ausgehend von diesen Messdaten lässt sich der Krümmungsradius für die relevante Ausbreitungsrichtung im Sinne des

Abschnitts 7 der ISO 1996-2 unmittelbar abschätzen und die Größe der Schattenzonen, die für Cmet relevant ist.

Mi. 17:55 Uhr Raum H 60

Messtechnik I

### **Ein Verfahren der akustischen Laufzeitomographie zur Sondierung meteorologischer Größen in der bodennahen Atmosphäre**

Raabe, A., A. Ziemann, K. Arnold

*Universität Leipzig, Institut für Meteorologie, Leipzig*

Meteorologische Verfahren zur Erfassung meteorologischer Größen wie Windgeschwindigkeit, Temperatur und Luftfeuchtigkeit und die drangeknüpften Flüsse von Impuls, fühlbarer und latenter Wärme greifen auf Gerätetechniken zurück, die diese Größen als Zeitreihe an einem festen Ort ermitteln. Solche Techniken ermöglichen demnach keine Übertragung der ortsfesten Beobachtungen auf größere Flächen, ohne dass bestimmte Verfahren nachgeschaltet werden, die diese Punktmessungen als flächenbezogene Daten aufbereiten. Von Interesse wäre hier ein Messverfahren, das die an Punkten erhobenen Daten in Beziehung zu ihrer Umgebung setzt, um so eine Bewertung deren Repräsentativität für größere Flächen zu ermöglichen. Das am Institut für Meteorologie der Universität Leipzig entwickelte Verfahren der akustischen Laufzeitomographie, kann aus Schallgeschwindigkeitsmessungen die horizontale Variabilität des bodennahen Windfeldes und Lufttemperaturfeldes darstellen. Typischer Weise überspannt die Messtechnik eine Fläche von einigen 100 m \* 100 m in deren Zentrum sich z.B. konventionelle meteorologische Messstationen befinden. Die tomographische Technik liefert eine Unterteilung der Gesamtfläche in Einzelflächen von 50m\*50m so dass über den Beobachtungszeitraum hinweg im Abstand von einer halben Minute innerhalb der Gesamtfläche die ortsbezogene Variabilität von Windgeschwindigkeit bzw. Lufttemperatur darstellbar ist. Für diese Teilflächen lassen sich dann statistische Parameter sowie spektrale Charakteristiken darstellen, deren örtliche Variabilität in Beziehung zu den konventionell ermittelten Parametern gesetzt werden kann. Die Ergebnisse eines solchen Tomographieexperimentes wird vorgestellt. Es werden die Randbedingungen aufgezeigt, unter denen es möglich ist mit dem eingesetzten Verfahren der akustische Laufzeitomographie flächenbezogene Mittelwerte der Lufttemperatur bzw. der Windgeschwindigkeit mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,5\text{K}$  bzw.  $\pm 0,5\text{m/s}$  zu ermitteln.

Mi. 15:50 Uhr Raum H 50

Bauakustik III

**Der Einfluss der Laibungsimpedanz auf das Schalldämmmaß von kleinen Doppelfenstern**

Jakob, Katrin, André Jakob, Michael Möser

*TU Berlin, Institut für Technische Akustik*

Im Rahmen einer am Institut für Technische Akustik der TU Berlin durchgeführten Diplomarbeit sind die Einflussmöglichkeiten zur Verbesserung der Schalldämmung von Doppelfenstern durch Variation der Laibungsimpedanz untersucht worden. Sie beeinflusst das Schallfeld im Scheibenzwischenraum und hat damit Einfluss auf die Schalldämmung des Fensters. Charakteristisch für doppelschalige Konstruktionen ist bekanntlich der Einbruch der Schalldämmung bei der Masse-Feder-Masse-Resonanz des Systems. Ziel der Arbeit war es, durch geeignete Wahl der Laibungsimpedanz diesen Resonanzeinbruch abmildern und so die Schalldämmung anzuheben.

Zunächst wurde ein einfaches Modell zur Berechnung der Schalldämmung aufgestellt, das den Einfluss der Laibungsimpedanz enthält. Die Rechenergebnisse sind durch Messungen im Fensterprüfstand überprüft worden, sie werden beide im Vortrag präsentiert.

Bei den Messungen im Fensterprüfstand wurde ein "Laborfenster" verwendet, dessen Laibung mit auf die Masse-Feder-Resonanz des Doppelfensters abgestimmten Resonatoren ( $\lambda/4$ ) ausgekleidet war. Neben dem Schalldämmmaß wurde zusätzlich die verbessernde Wirkung des modifizierten Fensters bei Beschallung mit Verkehrslärm ermittelt.

Mi. 16:15 Uhr Raum H 50

Bauakustik III

**Vertikale Längsschallübertragung bei Aluminium-Glas-Fassaden**

Schumacher, Rolf, Bernd Saß

*ift Rosenheim, Institut für Fenstertechnik, Rosenheim*

Die Längsschalldämmung von Aluminium-Glas-Fassaden gehört längst schon zum Repertoire des Akustikers beim Schallschutz-Nachweis, zumindest für die horizontale Schallübertragung im gewerblichen Hochbau. In diesem Beitrag wird über Untersuchungen der Längsschallübertragung bei Fassaden in vertikaler Richtung berichtet. Detailliert werden die Eingangsdaten für das Rechenmodell nach DIN EN 12354-1 sowie den Bauteilkatalog für DIN 4109 diskutiert. Es wurde untersucht, ob die Anschlüsse der Fassaden an die massiven trennenden Bauteile (Decke, Wand) relevant für die Rechnung sind und damit für jeden Anschluss bestimmt werden müssen oder ob eine einmalige Bestimmung ausreicht, um unabhängig von der Art der Befestigung der Fassade den Beitrag der Flankenschalldämmung zur Gesamtschalldämmung bestimmen zu können. Es zeigt sich darüber hinaus, dass der Anschluss

(Schwert oder Statikprofil) Teil der Transmissionsdämmung und nicht der Flankenschalldämmung ist. Andererseits ist die Reduzierung der Flankenschalldämmung auf die Pfostenausbildung ohne Berücksichtigung der Verglasung eine unzulässige Vereinfachung, die das Gesamtbauwerk nur unvollständig repräsentiert.

Mi. 16:40 Uhr Raum H 50

Bauakustik III

### **Ein aktives Doppelglas-Fenster mit geringem Scheibenabstand**

Jakob, Andre, Michael Möser

*Institut für Technische Akustik, Technische Universität Berlin*

Auf der DAGA 2000 und DAGA 2001 wurde ein Doppelglas-Fenster vorgestellt, dessen Schalldämmung durch geeignet angesteuerte Lautsprecher und Mikrofone im Hohlraum zwischen den Scheiben verbessert wurde. Vor allem im Bereich der Tonpilzresonanz des Doppelglas-Fensters konnten Verbesserungen von bis zu 10dB gemessen werden. Bedingt durch die recht großen verwendeten Lautsprecher betrug der Abstand der verwendeten Plexiglas-Scheiben 20cm. An einem neuen Versuchsaufbau wurde nun untersucht, ob sich die Ergebnisse auch bei etwas praxisnäheren Gegebenheiten bestätigen lassen. Deshalb wurde ein Fenster konstruiert, das aus zwei 4mm Fensterglasscheiben besteht, und durch den Einsatz von sehr schmalen Lautsprechern mit einem Scheibenabstand von nur 4cm auskommt. Messergebnisse mit verschiedenen Lautsprecher- und Mikrofonpositionen geben Einblick in die Wirkungsweise der aktiven Maßnahme. In diesem Zusammenhang wird anhand eines einfachen analytischen Beispiels auch auf die Problematik der Positionierung von Lautsprechern und Mikrofonen relativ zueinander eingegangen. Hier können unterschiedliche Anforderungen aus akustischer und regelungstechnischer Sicht entstehen.

Mi. 17:05 Uhr Raum H 50

Bauakustik III

### **Schwingungsverhalten und Nutzerfreundlichkeit von Fußgängerbrücken**

Mehra, S. R.

*Lehrstuhl für Bauphysik der Universität Stuttgart und Fraunhofer Institut für Bauphysik in Stuttgart*

Durch "innovative" Konstruktionen und Formen sowie sparsamen Werkstoffeinsatz hat der Bau von kompakteren, schlankeren und schwingungsfähigeren Fußgängerbrücken zugenommen. Dies hat zur Folge, daß manche Brückenbauwerke auf jegliche, auch auf kleine Anregungen, extrem reagieren und zum Teil in starkes Schwingen geraten. Überschreiten die Schwingungen jedoch einen Grenzwert, der individuell verschieden sein kann, stellt sich ein Unwohlsein ein, wodurch

sogar Panikreaktionen oder physische Beschwerden entstehen können, wie dies kürzlich auch die Fußgängerbrücke über die Themse in London gezeigt hat.

An drei bestehenden Stuttgarter Fußgängerbrücken, eine - Stahlraum-Fachwerkkonstruktion - Stahlkonstruktion mit Spannseil - Holzleimbauweise wurden die menscheninduzierte Bauwerksschwingungen sowie die Aspekte der Nutzerfreundlichkeit untersucht. Das Schwingungsverhalten wurde meßtechnisch, die Nutzerverträglichkeit anhand von Vorortbefragung von Passanten ermittelt. Die Messungen wurden bei variablen Probandenzahl und verschiedenen Anregungsarten durchgeführt. Beim Vergleich konnte zwischen den Meß- und Befragungsergebnissen eine gute Übereinstimmung festgestellt werden.

Mi. 17:30 Uhr Raum H 50

Bauakustik III

**Transmission loss of inhomogeneous plates with local resonators: Methods of theoretical modelling**

Maysenhölder, W.

*Fraunhofer-Institut für Bauphysik*

The low-frequency sound transmission loss of plates with resonant inhomogeneities, the spatial extent of which is small compared to the airborne wavelength, may exhibit remarkable deviations from the mass-law behaviour. In principle, these effects can be described by recently developed theories for periodically structured plates. However, since the numerical effort involved is considerable, a more elementary model is clearly desirable, in particular for the analysis of measurements, but also as a design tool. The approach presented here uses harmonic oscillators for both the plate 'skeleton' and the local resonators, which are elastically coupled to the skeleton. Some examples serve to illustrate the qualitative and quantitative capabilities of this elementary model.

Mi. 17:55 Uhr Raum H 50

Bauakustik III

**Experimental investigation of sound transmission on ferrocement panels using statistical energy analysis**

Kandaswamy, S\*, Ramachandraiah, A.

*Building Technology Division, Dept. of Civil Eng., I.I.T.MADRAS, Chennai-600036*

Abstract: Ferrocement panels have been used in low cost housing in developing countries. This study focuses on the functional performance of sound transmission on ferrocement elements (roofs, wall members) in buildings. In this study three different types of ferrocement panel elements have been cast and tested in transmission loss suite specially

designed for testing their sound reduction index experimentally. The results are then compared with the existing conventional building material

Mi. 15:50 Uhr Raum FNO 77 Lehre in der Akustik III

---

### **Was erwartet die Industrie von Hochschulabsolventen in Akustik?**

Royar, Jürgen

*SAINT-GOBAIN ISOVER G+H AG*

In der Bau- und insbesondere der Baustoffindustrie werden permanent Hochschulabsolventen mit vertieften Kenntnissen in Akustik - vor allem Bau- und Raumakustik - benötigt. In der Regel sind die zu lösenden Probleme im Baualltag jedoch selten allein akustischer Natur, andere bauphysikalische Aspekte spielen stets mit hinein. Auch ist der Arbeitsanfall, der rein akustische Probleme umfaßt, selten ausreichend für einen full time job - andere Kenntnisse und Fähigkeiten sind zusätzlich gefragt. Der Vortrag beschreibt aus der Erfahrung von mehr als 25 Jahren Industrietätigkeit die Erwartungen der Industrie an die Berufsanfänger.

Mi. 16:15 Uhr Raum FNO 77 Lehre in der Akustik III

---

### **Podiumsdiskussion „Berufsfeld und Ausbildung des/der Fahrzeugakustiker/in“**

Linow, Angela, et al.

*Ford Werke AG*

Mitglieder des FA Fahrzeugakustik aus den Sparten der Automobilentwickler, der Zulieferbranche, den Dienstleistungsunternehmen und den verwandten Instituten stellen sich einer Podiumsdiskussion zu den folgenden Themen:

- Gibt es den 'typischen' Fahrzeugakustiker? - Welche Bandbreite des Berufsfeldes gibt es in den Unternehmen? - Welche Fähigkeiten werden von Bewerbern erwartet - fachliche und persönliche Kompetenz? - Wo bestehen Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Industrie und ausbildenden Hochschulen?

Die Vertreter des Podiums geben einen Überblick über den jetzigen Stand bzw. einen Ausblick auf zukünftige Anforderungen in den Unternehmen. In der Diskussion wird ausführlich auf Beispiele und Fragen eingegangen.

Mi. 17:30 Uhr Raum FNO 77

Varia

**Hörfähigkeit in Gebieten ohne industriellen oder technischen Lärm**  
Fleischer, G.*Arbeitsgruppe Hörforschung, Justus-Libiege-Universität, Gießen*

Im Sommer 2001 wurde eine umfangreiche Feldstudie in zivilisationsfernen Gegenden der VR China durchgeführt, in Kooperation mit der FMM-University in Xi'an ( Shaanxi ), zur Ermittlung der Hörfähigkeit der Bevölkerung. Alle Altersgruppen wurden untersucht, von 6 bis 82 Jahren, insgesamt rund 1.200 Personen. Chronische Erkrankungen des Ohres sind häufig. Aber auch abgesehen davon ist die Hörfähigkeit im allgemeinen schlecht.

Mi. 17:30 Uhr Raum FNO 77

Varia

**Multimikrofon-Technologien für Hörgeschädigte - Nutzen und Trends in der Praxis**Niederdränk, T.*Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen*

Hörgeschädigte leiden häufig unter einer verminderten Kommunikationsfähigkeit in Störlärm. Zur Verbesserung des Signal/Störsignal-Verhältnisses werden seit einiger Zeit Richtmikrofonanordnungen unter Verwendung von Gradientenmikrofonen oder Mikrofonpaaren in Hörgeräten eingesetzt, deren Nutzen für den Hörgeschädigten unumstritten ist. Die Ausgrenzung von rückwärtig empfangenen Störsignalen sowie die Fokussierung auf frontal einfallende Schalle ermöglichen eine bessere Verständigung in Alltagssituationen wie der typischen Cocktailparty. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Anwendung von Multimikrofonanordnungen höherer Ordnung in dieser Applikation, was mit speziellen Randbedingungen verbunden ist. Während der Nutzer einerseits eine möglichst starke Verbesserung des S/N wünscht, sollten die Richtmikrofone sehr klein und kosmetisch unscheinbar bzw. unsichtbar sein. Neben den bereits bekannten Mikrofonanordnungen, die beispielsweise eine Anordnung am Brillenbügel zeigten, bringt eine weitere Verringerung der Mikrofonabstände und eine kopfnahere Position der Mikrofone weitere Anforderungen mit sich. Mit Hilfe theoretischer Betrachtungen an Hand von Mikrofonmodellen und der räumlichen Anordnung der Schallsenken können die Anforderungen an die Position sowie das Verhalten der Mikrofone quantifiziert werden. Experimentelle Betrachtungen an Modellaufbauten bestätigen die theoretisch ermittelten Randbedingungen und bestätigen den großen Gewinn, den Hörgeschädigte durch die Verwendung von Richtmikrofonen höherer Ordnung erreichen können.

N.N.

Leschka, Stephan*Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden*

Resonante kapazitive Ultraschallwandler, bestehend aus Streifenresonatoren mit rechteckförmigem Querschnitt, wurden mit leitendem und isolierenden Stegen zu Membranaufgabe und abgeschlossenem Rückvolumen aufgebaut. Der Stegabstand ist stets so dimensioniert, dass ein ortsunabhängiger Schalldruck vor der Membran vorliegt.

Ein geschlossenes Netzwerkmodell mit verteilten Parametern [1] ermöglicht die Berechnung des Schalldruck in einem Aufpunkt auf der Wandlerhauptachse in Abhängigkeit der Wandlergeometrie, des Folienwerkstoffs und der elektrischen Speisebedingungen. Darin werden die realen elektrischen Feldverhältnisse im Rückvolumen des Wandlers zwischen Folien- und Gegenelektrode berücksichtigt. Die Wandler mit Isolierstegen besitzen ein nahezu ideales homogenes elektrisches Feld, während durch den Einsatz metallischer Stege ein stark inhomogenes elektrisches Feld speziell in den Ecken zwischen der Membran und den Stegen entsteht.

Der theoretisch berechnete Übertragungsfaktor für Isolierstege stimmt mit den Messergebnissen sehr gut überein und wird bei steigender Gleichspannung durch die Polarisierung der Membranfolie unterschritten. Im Gegensatz dazu erreichen Wandler mit metallischer Gegenelektrode gegenüber theoretischen Ansätzen, die den inhomogenen Feldverlauf bereits berücksichtigen, einen zu hohen und nahezu von der Steghöhe unabhängigen Übertragungsfaktor. Bei Metallstegen liegt daher eine nur geringe Abhängigkeit zwischen der Feldstärke im homogenen Feldanteil und dem Schalldruck vor. Ein zusätzlicher Antriebsmechanismus durch die Metall-Folie-Kopplung sorgt dafür, dass Resonanzwandler mit metallischer Gegenelektrode prinzipiell einen höheren Schalldruck liefern als ihr Äquivalent mit Isolierstegen.

[1] Leschka, S.; Pfeifer, G.: Resonanter kapazitiver Ultraschallwandler - Dimensionierung mit Netzwerkmethoden. DAGA 2001

---

Do. 8:30 Uhr	Raum H 10	Plenarv. Lothar-Cremer-Preisträger
Do. 9:15 Uhr	Raum H 10	VDI-Preisverleihung
Do. 10:00 Uhr	Raum H 100	Hydroacoustics II

---

**Fluctuations in shallow water multipath sound propagation**

Sellschopp, J.

*FWG, Kiel*

In a fixed geometry of projector and receiver and with continuous repetition of the same transmitted signals, fluctuations of received signals are due to temporal changes of sound channel properties. During the ASCOT experiment, which took place in June 2001, 20 nautical miles east of Cape Ann outside Massachusetts Bay, an acoustical source and a vertical receiving line array were moored at about 100 m depth. In four experiments, each lasting between 10 and 19 hours, ranges of 10, 5, 2 and 0.7 km were covered. Acoustic frequencies were from 150 to 1600 Hz. Signals consisted of multi-tones, LFM sweeps and pseudo random sequences. In a „frozen“ ocean, travel times and transmitted energy on eigenrays from the source to any hydrophone of the vertical array depend only on the number of surface and bottom reflections. In the real ocean, surface roughness, internal dynamics and fine structure introduce time dependence of the sound channel on temporal scales from seconds to experiment duration. Drop-off times of ping to ping and along array signal correlations depend on range and frequency. For a proper understanding of the environmental impact on acoustic transmissions, measurements of the physical ocean structure along the sound propagation path were taken. Temporal changes were measured with moored thermistor chains, a wave rider buoy and an Acoustic Doppler Current Profiler. Spatial structures of the sound velocity field were resolved in two dimensions by a CTD chain, which was continuously towed up and down the acoustic range.

Do. 10:25 Uhr Raum H 100

Hydroacoustics II

---

**The Structure of Ocean Floor Sediments - Results From a Decade of Digital Sediment Echosounding**

Spieß, Volkhard

*Fachbereich Geowissenschaften, Universität Bremen*

Sediment echosounders have long been a tool for marine geologic studies of the shallow sediment cover of the ocean floor. Utilizing frequencies around 4000 Hertz, penetration is limited due to high attenuation in coarse materials or in the presence of gas, but otherwise information on fine scale structures is provided at very high resolution on the sub-meter scale for typical penetration down to several ten to more than 200 meters sub-bottom depth. The installation of the parametric sediment echosounder PARASOUND on German Research Vessels Meteor, Sonne and Polarstern in the late 80's opened the unique opportunity to collect such data in digital form to make them available for data analysis, archival and processing and for seismic and geologic interpretation. A new acquisition system ParaDigMA was developed in conjunction with an extended processing and visualization package and applied on digital Parasound data from more than 40 German research expeditions worldwide. Examples will be shown to illustrate the high potential of such data for analyzing sediment structures and to reconstruct sedimentary processes. Recent subjects of research have been: high resolution stratigraphy and climate history, correlation of sediment physics logs from cores and boreholes with synthetic and measured seismograms, identification and quantification of ocean bottom currents, hydrothermally driven fluid migration in turbiditic sediments, gas hydrates and gas discharge on continental margins, complex depositional styles in sedimentary fan systems, early diagenesis.

Do. 10:50 Uhr Raum H 100

Hydroacoustics II

---

**Abtastfrequenzen bei Laufzeitdifferenzmessungen für die Entfernungsbestimmung akustischer Quellen**

Meister, Martin, Kai Wicker

*STN ATLAS Elektronik GmbH, Bremen*

Sonarsysteme an Bord von Ubooten dienen der Detektion und Verfolgung von Objekten im Wasser. Passives Sonar wertet nur das empfangene Schallfeld aus, ohne selbst zusätzliche Geräusche zu erzeugen. Häufig ist eine Kenntnis der Objektentfernung erforderlich. Sie läßt sich bei Kugelwellenausbreitung aus der Krümmung einer Wellenfront über Laufzeitunterschiede zwischen separaten Einzelsensoren ermitteln.

Es wird ein neuartiges Verfahren vorgestellt, das eine einzige Antennenanordnung verwendet. Im Gegensatz zum bisherigen Korrelationsverfahren werden beim Advanced Ranging Sonar (ARS) die Krümmungsradien der ankommenden Wellenfronten durch mehrfach fokussierendes Beamforming bestimmt. Zur bestmöglichen Bestimmung des Maximums ist eine möglichst hohe Abtastfrequenz erforderlich, was zu hohem Realisationsaufwand führt. Für eine praktische Anordnung ist aber der Aufwand möglichst gering zu halten.

Weiter wird in dieser Arbeit gezeigt, welche Abtastfrequenzen für die Signalverarbeitung dieses Entfernungsmesssystems erforderlich sind. Hierbei wurden Simulationsdatensätze mit verschiedenen Verfahren bearbeitet und die Ergebnisse verglichen. Auch bei diesem Verfahren muß das Abtasttheorem sowohl für die zeitliche Abtastung, als auch für die räumliche Abtastung eingehalten werden.

Do. 11:15 Uhr Raum H 100

Hydroacoustics II

---

### **Seasonal changes of acoustical propagation properties in the Southern Baltic.**

Soszynski, Przemyslaw, Eugeniusz Kozaczka

*Polish Naval Academy*

The effectiveness of the acoustic equipment working in the water environment, characterized by variable sound speed distribution, is largely dependent on the changing characteristic of the directionality of acoustic rays caused by the refraction phenomenon. This fact is especially significant in case of shallow water environment where the seasonal changes of hydrological properties are especially high. In this article, the results of numerical analysis of acoustic pressure distributions resulting from a characteristic sound emitting source are presented. The calculations of the transmission loss for the signals of specific frequency for a certain sound distribution in the certain area of the Southern Baltic Sea were performed and presented in a three dimensional form. Basing on this analysis the effective range of operation of hydrological equipment can be ascertained.

Do. 11:40 Uhr Raum H 100

Hydroacoustics II

**Simulation Based Design for Acoustic System Analysis of Underwater Sensors**Hoffmann, C.*STN ATLAS Electronic GmbH, Bremen*

In the field of underwater acoustics special consideration has to be given to the interaction problem of sonar sensors with the platform on which these systems are mounted. An integrated design approach based on numerical simulation tools has been developed. The influence of the acoustical environment with respect to the self-noise level as well as to the signal behaviour of sonar arrays is analysed in the complex environment of the ships structure. In a short introduction the specially developed software based on a finite element approach with explicit time integration is presented. The main emphasis is focused on examples which elucidate the interference of complex fluid structure interactions. Besides these system aspects and material issues the coupling to the signal processing and a comprehensive system simulation is addressed.

Do. 12:05 Uhr Raum H 100

Hydroacoustics II

**Sophisticated Sonar Scene Simulation for Acoustical Imaging Applications**Kraus, D.\*, U. Hölscher-Höbing\*\*, E. Krömer\*\**\* Hochschule Bremen, \*\* STN ATLAS Elektronik GmbH*

The validation of advanced signal processing techniques for acoustical imaging applications requires the availability of data covering all kinds of scenarios. For this reason it is essential to provide a tool, which generates realistic sonar data for a wide range of sonar scenes. The presented sonar simulation program has been developed to generate realistic data as a basis for the investigation of signal processing techniques.

The acoustical data are determined by incorporating the motion of the sensor carrier, antenna system, back-scattering of the

- water volume,
- sediment surface,
- sediment volume,
- target,

environmental parameters like the attenuation in the water and the sediment, ambient noise.

The simulation of the sediment surface, the sediment volume and the target is implemented by applying facet models. The arrangement of reflecting facets on the sediment surface, in the sediment and on the target object models a realistic backscattering for the structure of the surface, the density variation in the sediment and the target shape. Targets may be positioned on the sea floor or in the sediment volume. Basic signal processing tools like conventional beamforming and synthetic aperture sonar (SAS) beamforming are already implemented. The program is controlled by an operator using an input parameter file, which contains all required input data.

This sonar simulation program now provides the opportunity to generate realistic data as required for the investigation and refinement of advanced signal processing techniques, e.g. auto-focussing techniques for SAS processing or CAD/CAC procedures. Simulation results for an exemplary minehunting scene are presented.

Do. 10:00 Uhr Raum H 80

Ultrasonics II

### **Acoustic impedance sensor for liquids - potential and limits for industrial applications**

Hoppe, Niels, Gerrit Schönfelder, Peter Hauptmann

*Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Institute for Micro- and Sensor Systems (IMOS), Magdeburg*

Acoustic impedance measurement offers new possibilities to get more information about liquid mixtures in chemical, pharmaceutical and food industry applications. In contrast to speed of sound measurement the investigated media have not to be ultrasonically permeable. This strongly increases the number of materials which can be examined successfully. The principle of the acoustic impedance determination is based on the impedance mismatch at an interface between two media. The amplitudes of the reflected sound signals at the interface are measured. In combination with a speed of sound sensor the impedance sensor also can be used for density measurement. For industrial applications the acoustic impedance has to be determined with a relative error smaller than 10<sup>-3</sup>. This requires special electronics and sensor configuration. Both aspects are presented in detail. Problems such as 1. chemical stability of different sensor materials, 2. long term stability of the sensor signal in a temperature range from 0 C to 100 C, 3. temperature behaviour of the sensor for the static and dynamic case and 4. influence of error sources like thin deposits on the sensor surface and gas bubbles in the medium to be investigated, are discussed.

**Nano-Quakes on a Chip: Surface acoustic waves in semiconductor physics**Kutschera, H.-J., A. Wixforth*Center for NanoScience, LMU, Munich*

Surface acoustic waves on a piezoelectric substrate are accompanied by strong lateral and vertical electric fields that propagate at the speed of sound across the substrates surface. On a semiconductor layered system, these electric fields can be used probe the dynamics of free carriers as confined in a quantum well or to deliberately alter the band-structure of the employed hetero-structure. A combination of both effects can result in devices for high frequency and optical signal processing. In my talk, I will briefly review our activity investigating the interaction between surface acoustic waves and semiconductor layered systems:

- In the quantum Hall effect, SAW can be used to probe the dynamic conductivity of quasi two-dimensional electron systems at low temperatures and in high magnetic fields.
- Acoustoelectric effects prove the momentum transfer between the wave and an electronic system.
- The optical properties of a semiconductor quantum well can be significantly altered under the influence of a SAW.
- Charge storage in the lateral potential wells of a SAW and sound induced delay of photonic signals is demonstrated.
- Hybridization of a thin semiconductor film and a strongly piezoelectric insulator can be used to create a very intense sound wave leading to the dynamic creation of charged wires and to the occurrence of strongly nonlinear interactions.
- Finally, the same hybridization technique led us to the realization of room temperature operating high frequency devices for remote sensing applications.

Do. 10:50 Uhr Raum H 80

Ultrasonics II

**Ultrasonic attenuation by dislocation formation in NiTi shape memory alloys**Kaack, M., T. Yohannes, J. Pelzl, H. Sitepu\*, W. Schmahl\*, A. Heckmann\*\**Experimentalphysik3, \* Institut für Mineralogie, \*\* Institut für Werkstoffwissenschaft, Ruhr-Universität-Bochum*

The functionality of devices based on the shape memory alloy NiTi are strongly affected by the kinetics of dislocations. Particularly in the course of thermal and mechanical cycling processes dislocations are formed which impede the transformation. Propagation and attenuation of ultrasonic waves provide a sensitive tool to explore the creation and destruction of the dislocations. Here we report on ultrasonic experiments performed on polycrystalline NiTi alloy samples which had been subjected to annealing and thermal treatments. In the range from 10 MHz to 400 MHz the observed frequency dependence of the transversal sound wave and of its attenuation could be described very well by string model of Granato and Luecke providing length and density of the dislocations as fit parameters of the model. On thermal cycling the length of the dislocation maintains approximately constant whereas the density is considerably increased. Storing the sample at room temperature for several days the transition temperatures are slightly increased. As simultaneously the attenuation of the ultrasound is reduced the change of the transition temperature can be attributed to the recombination of dislocation. Work performed in the frame of the SFB 459.

Do. 11:15 Uhr Raum H 80

Kavitation I

**Stereoskopische Hochgeschwindigkeitsaufnahmen von Kavitationsblasenstrukturen**Appel, Jürgen, Dagmar Krefting, Robert Mettin, Werner Lauterborn  
*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

Bei starker Beschallung von Flüssigkeiten treten Kavitationsblasen auf, die sich in der Regel in verästelten Strukturen (Streamern) anordnen. Mit Hochgeschwindigkeitskameras in stereoskopischem Aufbau werden verschiedene solche Blasenmuster untersucht und dreidimensional dargestellt. Da es sich um dynamische Strukturen handelt, in denen sich die Blasen schnell bewegen, können einzelne Blasenbahnen identifiziert und verfolgt werden. Blasengeschwindigkeiten und -dichten sowie Ausgangsdaten für eine detaillierte Modellierung werden bestimmt.

Do. 11:40 Uhr Raum H 80

Kavitation I

**Erzeugung und Dynamik elongierter Kavitationsblasen**

Geisler, R., T. Kurz, W. Lauterborn

*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

Der im Fokus des Pulslaserstrahls entstehende optische Durchbruch kann eine Flüssigkeit aufreißen und so Kavitationsblasen erzeugen. Die Größe der so erzeugten Blasen liegt bei Nanosekundenpulsen typischerweise im Millimeterbereich. Deutlich kleinere Blasen, die denen der akustischen Kavitation entsprechen, können jedoch nicht erzeugt werden. Abhilfe schafft hier der Übergang zu Kurzpulslasern, die höhere Intensitäten bei gleichzeitig geringeren Pulsenergien liefern. Die extremen Intensitäten führen bei diesen Lasern dazu, dass nichtlineare Effekte eine verstärkte Rolle spielen. So tritt an die Stelle des beugungsbegrenzten Fokus ein durch Selbstfokussierung gebildeter, zylinderähnlich langgezogener Fokalebereich. Die daraus resultierenden elongierten Kavitationsblasen entwickeln eine komplexe Dynamik einschließlich Jetbildung. Neben der grundlegenden Dynamik wurde der Einfluss von Grenzflächen sowie die Abstrahlung von Stoßwellen und die Lichtemission untersucht. Für die Messungen im Nanosekundenbereich wurden Hochgeschwindigkeitskameras, ein rauscharmer Photomultiplier mit Monochromator und ein faseroptisches Hydrophon eingesetzt.

Do. 12:05 Uhr Raum H 80

Kavitation I

**Torusförmiger Kavitationsblasenkollaps**

Lindau, Olgert, Werner Lauterborn

*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

Beim Zusammenfallen einer Kavitationsblase in der Nähe von einer festen Grenzfläche wird die Form der Blase instabil. Es bildet sich auf der Seite, die der Grenzfläche gegenüber liegt, eine Eindellung aus der ein Flüssigkeitsstrahl (Jet) entsteht. Der Jet schießt durch die Blase hindurch. Mit dem Aufprall auf die der Grenzfläche zugewandten Blasenwand wird die Blase dann torusförmig. Das weitere Zusammenfallen und Wiederaufschwingen der torusförmigen Blase ist experimentell untersucht worden. Die Ergebnisse werden vorgestellt und unter anderem in Hinblick auf die Schädigung der Grenzfläche diskutiert.

Do. 10:00 Uhr Raum H 90

Audiologische Akustik II

**Eine Unstimmigkeit in den neuen Kurven gleicher Lautstärke**Richter, Utz*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Die Revision der ISO-Norm für die Kurven gleicher Lautstärke (ISO DIS 226: 2001, Frequenzbereich 20 Hz bis 12,5 kHz) ist weitgehend abgeschlossen. Die 1996 von ISO 226 abgespaltene Norm für die Bezugshörschwellen im Freien und im Diffusen Schallfeld (ISO 389-7, Frequenzbereich 20 Hz bis 16 kHz) soll daher jetzt überarbeitet und später mit der Mutternorm wiedervereinigt werden. Für diese Überarbeitung sollten eigentlich die Hörschwellenwerte (Minimum Audible Field) der neuen ISO 226 unverändert übernommen werden. Im Frequenzbereich 20 Hz bis 8 kHz ist das auch ohne weiteres möglich. Bei höheren Frequenzen treten jedoch Schwierigkeiten auf: Die seit 40 Jahren wohlbekannt Form der Freifeld-Hörschwelle (relatives Minimum bei 12,5 kHz) wird verändert und die Diffusfeld-Hörschwelle müsste bei 12,5 kHz ohne irgendeinen messtechnischen Nachweis um fast 5 dB angehoben werden. Die Ursachen hierfür werden untersucht und ein Vorschlag für einen verbesserten Verlauf der 2-Phon- und 10-Phon-Kurven in ISO 226 gemacht.

Do. 10:25 Uhr Raum H 90

Audiologische Akustik II

**Auswertelgorithmen zur Niedrigpegel-Reflexaudiometrie**Müller-Wehlau, M., M. Mauermann, B. Kollmeier*Carl-von-Ossietzky Universität, Oldenburg*

Zur möglichst verlässlichen Bestimmung der Reflexschwelle mit der Methode der Niedrigpegel-Reflexaudiometrie (NP-RA) werden verschiedene Schwellenkriterien ausgewertet und verglichen. Bei der NP-RA nach Neumann et al (1997) wird das Differenzsignal zwischen zwei aufeinanderfolgenden akustischen Stimulationen im abgeschlossenen Gehörgang aufgezeichnet. Bei Überschreiten der Reflexschwelle weicht die akustische Antwort auf den zweiten Stimulus von derjenigen auf den ersten u.U. nur in der Phase ab, so dass dieses Differenzsignal ein sehr sensibles Verfahren zur Detektion des Stapediusreflexes darstellt.

Für dieses Verfahren werden unterschiedliche Algorithmen zur Bestimmung der Reflexschwelle und zur Artefaktunterdrückung sowie ihre Vor- und Nachteile in Bezug auf die Besonderheiten des Messverfahrens diskutiert. Neben einem der Messmethode angepassten S/N-Kriterium wird auch ein Verfahren der Phasen- und Amplitudenanalyse (PARA) angewendet. Dieses basiert auf der Beobachtung, dass sich mit Reflexauslösung eine deutliche und schnelle Stabilisierung der Phasen

einzelner Residuen ergibt, sodass die Forderung, dass eine bestimmte Anzahl aufeinanderfolgender Darbietungen in einem eng gewählten Phasenbereich liegen muss, ein stabiles und reproduzierbares Schwellenkriterium liefert. Dieses Verfahren kann auch zu einer verwandten stochastischen Methode zur Signaldetektion in Beziehung gesetzt werden. Im Gegensatz zum PARA-Algorithmus erwies sich ein reines S/N-Kriterium als wenig geeignet, da aufgrund spektraler Dipsersion im Außenohr der Rauschgrund bei zunehmendem Stimuluspegel mit angehoben wird, wodurch sich deutlich höhere Reflexschwellen ergeben. Die Reflexschwelle wird anhand verschiedener Kriterien bestimmt und die Ergebnisse werden sowohl untereinander als auch mit Referenzmessungen verglichen. Durch Messungen mit speziell generierten Stimulussignalen wurde weiterhin der Einfluß verschiedener Parameter auf das Messverfahren untersucht.

Do. 10:50 Uhr Raum H 90

Audiologische Akustik II

### **Messungen zur zeitabhängigen Lautheitssummation bei Schwerhöreren**

Berg, D., V. Hohmann

*Universität Oldenburg, Medizinische Physik*

Die Lautheit eines Signals hängt signifikant von dem Frequenzgehalt des Signals ab. Sie nimmt mit steigender Bandbreite und gleichbleibendem physikalischen Pegel zu, sobald die Bandbreite die einer Frequenzgruppe übersteigt ('spektrale Lautheitssummation'). Bei Schwerhöreren ist dieser Effekt deutlich reduziert, was allgemein durch den Ausfall der peripheren Kompression in der Cochlea modelliert wird. Kürzlich wurde bei Normalhörenden gezeigt, daß die spektrale Lautheitssummation auch dynamische Aspekte hat (Verhey, J., Kollmeier, B. 'Messungen zur zeitabhängigen Lautheitssummation', Fortschritte der Akustik - DAGA 98. Zürich, DEGA, Oldenburg: 482-483). Die Daten zeigen bei kurzen Signalen eine höhere spektrale Lautheitssummation als bei langen Signalen (10ms vs. 1s Dauer).

In diesem Beitrag sollen nun entsprechende Daten zur Abhängigkeit der spektralen Lautheitssummation von der Signaldauer bei Schwerhöreren vorgestellt werden, die mit dem Meßprotokoll von Verhey und Kollmeier erhoben wurden. Diese Daten können der Validierung und Verbesserung dynamischer Lautheitsmodelle für Normal- und Schwerhörere dienen und sollen als Basis für die Entwicklung und Beurteilung von zeitvarianten Dynamikkompressionsverfahren verwendet werden.

Do. 11:15 Uhr Raum H 90

Audiologische Akustik II

**Auralisation von Innenohrschwerhörigkeit und Hörgeräteversorgung**

Chalupper, Josef

*Siemens Audiologische Technik*

In der Literatur und industriellen Anwendung werden verschiedene Methoden benutzt, um perzeptive Folgen von Innenohrschwerhörigkeit für Normalhörende hörbar zu machen. Eine realistische Simulation nichtlinearer Effekte wie Rekrutment und gestörte Zeit- und Frequenzauflösung erfordert ein auf einer Mehrkanalexansion basierendes Verfahren. Ein derartiges Verfahren, dessen wichtigste Komponenten eine gehörgerechte, auditiv transparente Analyse-Resynthese-Methode, frequenzabhängige Dynamikexpansion und ein additives Rauschen sind, wird vorgestellt und anhand eines Vergleichs mit Meßergebnissen von Schwerhörigen evaluiert. Über die Auralization von Schwerhörigkeit hinaus können damit auch die Auswirkungen einer Hörgeräteversorgung hörbar gemacht werden. Ein entsprechendes Verfahren wird beschrieben und diskutiert. Dabei wird insbesondere auf grundsätzliche und technische Probleme, wie die Bezugssystemverschiebung der Schärfe und nichtlineare Verarbeitungsartefakte, eingegangen.

Do. 11:40 Uhr Raum H 90

Audiologische Akustik II

**Bilaterale Cochlear-Implant-Versorgung bei Kindern und Erwachsenen: Verbesserung des Sprachverständnisses und Wiederherstellung des Richtungshörens**Müller, J., Schön, F., Shehata-Dieler W., Kühn-Innacker\*, H., Helms, J.  
*Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke der Universität Würzburg, \*Cochlear Implant Zentrum Süd*

Cochlear-Implants (CI's) sind elektronische Hörprothesen, die akustische Informationen in definierte elektrische Impulse umsetzen. Sie reizen über einen in die funktionslose Schnecke eingelegten Elektrodenträger den Hörnerv direkt. Ende der 70er Jahre ermöglichten CI's ihren Trägern im wesentlichen das Erkennen und Differenzieren von Umweltgeräuschen. Nur in Einzelfällen war ein begrenztes Sprachverständnis zu erzielen. Heute ist mit den weiterentwickelten Cochlear-Implant-Systemen für viele Patienten ein früher kaum für möglich gehaltenes, offenes Sprachverständnis erreichbar. Taub geborenen Kindern eröffnet die Cochlear-Implantversorgung die Chancen eine auf Hören gestützten Spracherwerb. Eine weitere Verbesserung des Sprachverständnisses und die Wiederherstellung des räumlichen Hörens ist für die binaurale CI-Versorgung mit modernen Implantaten nachgewiesen. Frühe Versuche einer beidohrigen Versorgung Anfang der 90er Jahre erbrachten mit

den damaligen Kodierungsstrategien keine Verbesserung des Sprachverständnisses im Vergleich zur monauralen Versorgung (van Hoesel). Seit 1996/97 (Müller) ist bekannt, daß eine bilaterale CI-Versorgung unter Verwendung der schnellen CIS-Strategie, zunächst in Einzelfällen, später an größeren Patientenkollektiven, reproduzierbar eine signifikante Verbesserung des Sprachverständnisses in Ruhe und Rauschen ermöglicht. Es werden die Sprachergebnisse in Ruhe (Freiburger Einsilber, HSM-Sätze) und im Rauschen (HSM-Sätze bei unterschiedlichen Signal-Rauschverhältnis) für ein- und beidohrigen CI-Gebrauch diskutiert. Neben den Ergebnissen für Erwachsene werden auch Ergebnisse bei Kindern diskutiert. Hier werden sowohl die Beobachtungen der Hörsprachentwicklung durch die Eltern und Therapeuten als auch die Sprachtestergebnisse im Rauschen dargelegt. Am Patientenkollektiv von bislang 52 implantierten Patienten werden die eigenen Ergebnisse mit der Literatur diskutiert und mögliche Einflußfaktoren wie z.B. die Sprachkodierungsstrategie, Dauer der Ertaubung, Symmetrie des Hörschadens, Länge des Intervalls zwischen beiden Operationen für Kinder und Erwachsene diskutiert.

Do. 12:05 Uhr Raum H 90

Audiologische Akustik II

### **Nachweis einer periodotopen Organisation im Lemniscus lateralis mit der 2-Deoxyglucose-Methode.**

Langner, G., C. Simonis, S. Braun

*Neuroakustik, Zoologisches Institut, TU Darmstadt*

Harmonische Signale haben eine Tonhöhe, die der Periodizität ihrer zeitlichen Umhüllenden entspricht. Diese Periodizität wird im Hörnerven durch Intervalle von Nervenimpulsen zeitlich kodiert. Neuronale Korrelation von verzögerten und unverzögerten Reaktionen bewirkt, dass viele Neurone im auditorischen Mittelhirn (Colliculus inferior: IC) auf eine bestimmte Periodizität abgestimmt sind. Die neuronale Korrelationsanalyse schlägt sich in einer räumlichen Repräsentation der Periodizitätstonhöhe im IC senkrecht zur Frequenzrepräsentation (Tonotopie) nieder. Tonhöhen- und Frequenzinformation sind im IC also orthogonal zueinander abgebildet. Da sich diese Orthogonalität bei verschiedenen Versuchstieren ebenso wie im menschlichen Hörcortex nachweisen lässt, scheint es gerechtfertigt, neben der tonotopen Achse im Hörsystem von einer zweiten, einer periodotopen Achse zu sprechen. Unsere Ableitungen von einzelnen Neuronen im IC haben gezeigt, dass die Korrelationsmechanismen durch periodizitätssynchrone inhibitorische Eingänge ergänzt werden. Das führt dazu, dass die durch die Korrelation zunächst erzeugten Kammfilter der IC-Neurone in Bandpassfilter transformiert werden. Die dafür notwendige synchrone Inhibition stammt offenbar aus dem Lemniscus lateralis, der dem IC vorgeschaltet

ist. Dieses auditorische Kerngebiet, erhält über sogenannte Riesensynapsen einerseits präzise Information über periodische Signale aus der ersten zentralnervösen Hörbahnstation (Nucleus cochlearis) und andererseits Rückprojektionen aus dem IC. Unsere Untersuchungsergebnisse mit 2-Deoxyglukose zur metabolischen Aktivitätsmarkierung unterstützen die Hypothese, daß die IC-Rückprojektionen periodotop organisiert sind.

Gefördert durch die DFG: "Sonderforschungsbereich 269".

Do. 10:00 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VI

### **Einfluß der Absorption auf die akustische Qualität in Fahrzeuginnenraum.**

Becker, J., M. Heppelter

*Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne*

Die Akustik im Innenraum eines Fahrzeugs wird durch viele Faktoren bestimmt. Neben den Forderungen nach einem niedrigen Fahrgeräuschpegel dient der Innenraum auch als Übertragungssystem für die Kommunikation zwischen seinen Insassen, woraus sich weitere Forderungen ableiten lassen. Darüber hinaus nehmen weitere Faktoren, wie das Gewicht und der Preis der verwendeten Absorptions- oder Dämmmaterialien und der zur Installation zur Verfügung stehende Raum indirekt Einfluß auf die Auslegung der Innenraumakustik. Da der Forderungen nach einem niedrigen Innengeräuschpegel aufgrund ökonomischer und ökologischer Gründe oftmals durch ein hohes Maß an absorbierenden Materialien in Fahrzeuginnenraum nachgekommen wird, steht diese Forderung nicht selten in Konflikt mit der Forderung nach einer optimalen Innenraumakustik.

Durch neue Kommunikations- und Multimediasysteme wie Freisprecheinrichtungen oder Mehrkanalaudiosysteme, aber auch durch neue Fahrzeugtypen mit 3 Sitzreihen, sind die Anforderungen an die Innenraumakustik stark gestiegen. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der Untersuchung des Einflusses der Nachhallzeit auf die Akustik im Innenraum. Der Einfluß der Nachhallzeit auf die Sprachverständlichkeit im Innenraum und die Klangqualität von Audiosystemen wird anhand von theoretischen Überlegungen, Messungen und Hörversuchen untersucht.

Do. 10:25 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VI

**Aktive Verminderung von tieffrequenten Strahlpulsationen an Freistrahwindkanälen**

von Heesen, Wilhelm, Gerhard Wickern, Steffen Wallmann

*Müller-BBM Schalltechnisches Beratungsbüro*

Tieffrequente Strahlpulsationen sind eine unerwünschte Eigenschaft vieler Freistrah-Windkanäle. Die Modulation der Strahlgeschwindigkeit verfälscht die aerodynamischen und die akustischen Messungen. Üblicherweise werden die Kanalpulsationen durch sogenannte "Seiferth-Flügel" an der Düse vermieden, die die großvolumigen Wirbelstrukturen der Strahlgrenzschicht zerstören. Für aeroakustische Windkanäle sind Seiferth-Flügel jedoch unakzeptabel, da sie hochfrequente Störgeräusche erzeugen. Es werden experimentelle Untersuchungen über die Ursache der Pulsationen vorgestellt. An einem 1:20-Modell des neuen Aeroakustik Windkanals der Audi AG wurde ein neuartiges aktives System erprobt, das die Strahlinstabilitäten beseitigt, ohne zusätzliche Störgeräusche zu produzieren. Aufgrund der Erfahrungen mit dem Modellkanal wurde der 1:1-Kanal bei Audi mit einem aktiven System ausgerüstet. Dieses System ermöglicht zuverlässige aerodynamische und aeroakustische Messungen über den gesamten Geschwindigkeitsbereich des Kanals.

Do. 10:50 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VI

**Reaktionen auf Geräusche und Vibrationen - eine vergleichende Studie in Helikoptern und Mockups**

Reichart, U., Schulte-Fortkamp, B.

*Institut für technische Akustik, TU Berlin*

In einem Projekt, das sich mit Komfort in Kabinen von Luftfahrzeugen befasst, hatten Versuchspersonen die Aufgabe, Geräusche und Vibrationen in Flugzeugen und Helikoptern zu beurteilen. Im hier betrachteten Fall geschah dies sowohl in Helikoptern als auch in sog. Mockups. Die statistischen Auswertung zeigt, dass Unterschiede in den Bewertungen bestehen, deren Ursache nicht nur in den physikalischen Größen (Geräusch- und Vibrationspegeln) zu suchen sind. Deshalb wurde nach weiteren Einflussgrößen gesucht, die als Moderatoren für die Bewertung von Geräuschen und Vibrationen in Helikoptern wirken können. Neben Temperatur und Luftfeuchtigkeitsdaten, die sich in den Urteilen der Versuchspersonen niederschlugen, wurde besonderer Augenmerk auf die optischen Eindrücke gelegt, die auf die Versuchspersonen während des Fluges wirkten.

Do. 11:15 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VI

**Beurteilung und Katalogisierung der Störgeräusche von Verbrennungsmotoren**

Raubold, Imke, Dr.-Ing. Klaus Genuit

*HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath*

Störgeräuschen von Verbrennungsmotoren kommt eine hohe Bedeutung zu, da sie unter Wettbewerbsgesichtspunkten eine entscheidende Rolle spielen und im Allgemeinen mit unzureichender Produktqualität gleichgesetzt werden. Insbesondere beim Einsatz von Verbrennungsmotoren in der Automobil- und Zulieferindustrie zeigt sich, dass eine Reduzierung des Schalldruckpegels nicht hinreichend ist, um die geforderte Geräuschqualität zu erzielen. Während einer Datenakquisitionsphase wurden Geräuschbeispiele, die typische Störgeräuschmuster enthalten, gesammelt. In einer ersten Systematisierung gelang eine Unterteilung dieser Beispiele in 51 Störgeräuschmuster. Dabei konnte für jedes Muster ein Referenzgeräusch mit stark ausgeprägtem Störmuster bestimmt werden, das von der Firma Synotec Psychoinformatik GmbH für Hörversuche genutzt wurde. Die Geräuschbeispiele wurden mit Hilfe von physikalisch-technischen Analysen untersucht. Bei der Durchführung der Analysen kamen sowohl Verfahren zur reinen Bestimmung physikalischer Eigenschaften als auch Verfahren zur Berechnung psychoakustischer Parameter zum Einsatz. Es wurden die Analysen ermittelt, welche die speziellen Charakteristika des jeweiligen Störgeräuschmusters am besten herausstellten. Anhand der Ergebnisse der Hörversuche und der physikalisch-technischen Analysen gelang in guter Übereinstimmung eine eindeutige Einteilung der Störgeräuschmuster in insgesamt 18 Gruppen. In diesen Clustern wurden jeweils Störgeräusche mit ähnlichen Eigenschaften zusammengefasst. Die Firma FORWISS entwickelte eine Software für eine multimediale Geräuschdatenbank, die Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben enthält. Außerdem wird es dem Benutzer ermöglicht, ein beliebiges externes Störgeräusch in die Datenbank einzubinden und einem Geräuschmuster zuzuordnen. Die Ergebnisse dieses Beitrages wurden im Rahmen des FVV-Forschungsvorhaben Nr. 720 mit der Unterstützung des BMWi/AiF (AiF-Nr. 11963) ermittelt.

Do. 11:40 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VI

**Ein Hybridsimulator zur Simulation von Ansauggeräuschen bei Verbrennungsmotoren**Letens, Uwe, Erik Andresen*DaimlerChrysler AG, Sindelfingen*

Das Ansauggeräusch von Verbrennungsmotoren stellt eine von mehreren dominanten Schallquellen bei Kraftfahrzeugen dar. Zur Beurteilung der Einflußmöglichkeiten hinsichtlich einer gezielten Klangcharaktergestaltung ("Sound Engineering") wird ein hybrider Simulator aufgebaut, mit dem das akustische Verhalten eines kompletten Ansaugsystems (Saugmodul + Luftfilter) untersucht werden kann. Hierbei ist es nicht hinreichend, das Einfügungsschalldämmmaß des Systems zu ermitteln. Vielmehr müssen auch die mitunter unterschiedlichen effektiven "Laufzeiten" von den Einlaßventilen zur Ansaugmündung berücksichtigt werden. Die Überlagerung unterschiedlich verzögerter Geräuschanteile hat entscheidenden Einfluß auf die qualitative Zusammensetzung des Geräuschspektrums. Bei dem Simulator wird die primäre akustische Anregung zylinderweise mit je einem Lautsprecher dargestellt, der entsprechend der Zündfolge des (gedachten) Motors angesteuert wird. Exemplarisch werden die Ansaugsysteme zweier verschiedener Fahrzeuge sowohl meßtechnisch als auch bezüglich ihres Klangeindrucks verglichen. Ein wichtiges Charakterisierungsmerkmal ist die unterschiedlich stark ausgeprägte Modulation des Ansauggeräusches in bestimmten Frequenzbereichen. Der Simulator ist geeignet, Modifikationen an einem Ansaugsystem vor deren Umsetzung am Fahrzeug im Labor zu beurteilen.

Do. 12:05 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VI

**Development of a cold engine simulator to carry out experiments with exhaust systems.**Boonen, Rene, Paul Sas*KULeuven, Faculty of engineering, P.M.A., Leuven*

A cold engine simulator has been developed which generates realistic exhaust noise with the associated gas flow using compressed air. The device permits to carry out reliable experiments with new concepts of exhaust systems without taking precautions against the hot corrosive exhaust gases.

The exhaust noise is caused by the discharge of the expanded gases into the exhaust line when the exhaust valve opens. The discharge time is such short, that the cylinder volume change due to the piston movement is negligible. The cold engine simulator consists of a regular engine block whose pistons are fixed at the bottom dead point. At the intake,

compressed air is supplied at the same pressure as the pressure level at the end of an engine expansion cycle. The camshaft is run electrically. The result is a series of gas discharge pulses in the exhaust, which are very similar with the pulses of a regular engine.

The acoustic impedance and the source spectrum are evaluated and compared with a regular internal combustion engine. This comparison shows that the cold engine simulator has similar characteristics as the engine.

Do. 10:00 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden I

### **Physikalische Modellierung der menschlichen Stimme**

Kob, Malte, Bernd Kröger

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

Die menschliche Stimmerzeugung kann in funktionale Komponenten zerlegt werden, die jeweils unterschiedliche Aspekte der Lautbildung übernehmen. Im Körper sind diese die Lungen als Quelle eines Volumenstroms, die Glottis als Volumenstrom-Modulator, das Ansatzrohr als Artikulationsorgan und schließlich die Mund- bzw. Nasenöffnung als Quelle der Abstrahlung in den Raum. Während die Zuordnung dieser Funktionskomponenten zu Körperorganen möglich ist, wird der Rauschanteil der Stimme dort generiert, wo der Volumenstrom durch eine Engstelle geführt wird, was je nach artikuliertem Laut an ganz unterschiedlichen Stellen geschehen kann. Die physikalische Modellierung dieser Funktionskomponenten ist die vereinfachte Beschreibung geometrischer und physikalischer Größen und ihrer Zusammenhänge im Zeitbereich. Die Umsetzung verschiedener Algorithmen für diese Modelle wurden in MATLAB implementiert, wobei eine Kombination der Module in einem waveguide-Modell die Berücksichtigung der Rückkopplung der Komponenten untereinander möglich macht. Eine graphische Oberfläche erlaubt den Zugriff auf die wichtigsten Parameter während der Berechnung und stellt eine Vielzahl von Visualisierungsmöglichkeiten bereit, wie eine 3D-Darstellung der Stimmlippschwingung oder die Schallausbreitung im Ansatzrohr. Das Programm ist eine Plattform für die Implementierung neuer Algorithmen und hat sich als didaktisches Hilfsmittel sowie zur Nachbildung des Funktionsprinzips auch außergewöhnlicher Gesangsstile wie dem Obertonsingen bewährt. Die Anwendung des Programms zur Modellierung von Stimm- und Sprechstörungen wird gegenwärtig erprobt.

Do. 10:25 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden I

**Messunsicherheit: Die Anwendung des GUM in der Akustik**Weise, Wieland*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Im Zuge von Qualitätsmanagement und Zertifizierung gewinnt die Bestimmung von Messunsicherheiten auch in der Akustik zunehmend an Bedeutung. Wichtiger Leitfaden für die Angabe von Messunsicherheiten ist der GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement). Seine Anwendung auf die Messungen der Akustik erweist sich mitunter jedoch als nicht einfach, zumal in den Normen festgelegte Messverfahren teilweise derart gestaltet wurden, dass sie mit den Grundideen des GUM schlecht harmonieren.

Im Beitrag sollen die Grundideen des GUM skizziert und die Problematiken bei der Umsetzung in der Akustik beispielhaft dargestellt werden.

Do. 10:50 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden I

**Konstruktion analytischer Vergleichslösungen zum Zwecke der Fehleranalyse von akustischen Boundary-Elemente-Verfahren**Ochmann, M.*TFH, Berlin University of Applied Sciences*

Mit Hilfe von Boundary-Elemente-Verfahren kann die Schallabstrahlung von geometrisch sehr komplexen und realitätsnahen Strukturen berechnet werden. Um die Güte solcher Berechnungen beurteilen zu können, werden exakte Vergleichslösungen benötigt. Leider stehen diese jedoch nur für sehr einfache strahlende Körper bei beliebig vorgegebenen Oberflächenschnelleverteilungen zur Verfügung. Für spezielle Schnelleverteilungen können jedoch analytische Lösungen für beliebig komplexe, geschlossene, schwingende Oberflächen konstruiert werden. Hierfür wird die Normalschnelle eines Multipols, dessen Ursprung sich im Inneren des Strahlers befindet, auf der schalldurchsichtig gedachten Strahleroberfläche berechnet und in das Boundary-Elemente-Programm eingespeist. Der auf der Oberfläche und im Außenraum berechnete Schalldruck kann nun mit der bekannten Multipollösung direkt verglichen werden. Für einen Monopol ist dieses Verfahren als One-Point-Source-Test (OPS-Test) bekannt. Vergleichsrechnungen mit einer iterativen Boundary-Elemente-Variante zeigen jedoch, dass der Monopoltest oft zu sehr kleinen Fehlern führt, während die Fehler bei Verwendung von Multipolen höherer Ordnung drastisch ansteigen können. Hieraus folgt, dass der Berechnungsfehler von Boundary-Elemente-Verfahren sowohl von der Geometrie des Strahlers als auch von der räumlichen Verteilung der Normalschnelle auf der Strahleroberfläche abhängt. Dies

wird für schwingende Strukturen unterschiedlichen Komplexitätsgrades, wie z. B. für Kugeln, endliche Zylinder, nicht-konvexe Strukturen (sogenannte „Katzenaugen“) etc., demonstriert.

Do. 11:15 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden I

### **Iterative Lösung von Außenraumproblemen mit halbunendlichen Finiten Elementen**

Dreyer, Daniel, Otto von Estorff

*Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Mechanik und Meerestechnik*

Die Finite-Elemente-Methode (FEM) gilt als das bekannteste und meistgenutzte Diskretisierungsverfahren. Trotzdem wurde in der Vergangenheit für spezielle Probleme der akustischen Abstrahlung hauptsächlich die Boundary-Elemente-Methode (BEM) verwendet. Diese ist jedoch zur Simulation von nichtlinearen Vorgängen und zur Berechnung von Fragestellungen direkt im Zeitbereich nicht gut geeignet.

Um die weitreichenden Vorteile der FEM auch für die Abstrahlungsrechnungen in der Akustik nutzen zu können, sind spezielle Formulierungen zur Erfüllung der Sommerfeldschen Abstrahlungsbedingung erforderlich. Hier scheint das Konzept der halbunendlichen Finiten Elemente (IFEM) besonders vielversprechend, welches in der jüngsten Vergangenheit ständig weiterentwickelt wurde. Mit der deutlichen Verbesserung der Kondition, die bei den ansonsten erfolgreichen Astley-Leis-IFEM zunächst noch zu unwirtschaftlichen (d.h. sehr großen) Modellen geführt hat, sind die halbunendlichen Elemente nunmehr eine interessante Alternative zu den Boundary Elementen geworden.

In diesem Beitrag wird ein robustes, konditions-optimales Astley-Leis Element für 3-dimensionale Abstrahlungsrechnungen vorgestellt. Der Einfluß der Konditionsoptimierung auf den Einsatz iterativer Gleichungslöser wird untersucht. Erste Studien zum Verhalten der optimierten Elemente mit iterativen Lösern, wie z. B. GMRES, BiCGSTAB und QMR werden präsentiert.

Do. 11:40 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden I

**Convergency of the iterative process and numerical error in acoustical analysis with the fast multipole boundary element method**

Sakuma, Tetsuya, Yosuke Yasuda

*ITA, RWTH Aachen/Univ of Tokyo*

The fast multipole boundary element method (FMBEM), applying the fast multipole algorithm (FMA) to BE analysis with the iterative solution, has a possibility of drastic acceleration and memory saving for large-scale 3D acoustical problems. Although we have already developed the concrete setup for two sets of formulations, i.e. the regular and the hypersingular boundary integral equations, the following characteristics should be clarified with relation to the types of formulation and the nature of problems: (i) convergency of the iterative process, (ii) numerical error in computed results. In this report, we settle inner and outer problems with a rectangular object with changing the acoustical impedance of the surface, and execute numerical calculation with three ways of FMBEM based on the regular, hypersingular and combined formulations, and also with the conventional BEM. An investigation on convergency shows how it depends on the frequency, the damping factor of inner space, and the way of analysis. An error analysis shows that FMBEM gives results almost as accurate as with BEM, and fictitious eigenfrequency difficulty in outer problems is also discussed.

Do. 12:05 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden I

**Randelemente-Methode für poröse Absorber**

Sarradj, Ennes

*TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

Für poröse Absorber mit starrem Skelett kann die Schallausbreitung durch eine komplexe Wellenzahl und einen komplexen Wellenwiderstand beschrieben werden. Deshalb ist die Anwendung der Kirchhoff-Helmholtz-Integralformel auch für Schallfelder in Absorbern möglich. Im Beitrag wird die gezeigt, wie die auf dieser Formel basierende Randelemente-Methode der Akustik zur Berechnung solcher Schallfelder verwendet werden kann. Dabei werden Absorber und Umgebung jeweils als einzelne Gebiete diskretisiert und über Koppelbedingungen verknüpft. Neben der Erläuterung der Methode werden auch Anwendungsbeispiele gezeigt.

Do. 10:00 Uhr Raum H 30

Psychoakustik II

**AM-Detektionsschwelle bei der monauralen und binauralen Präsentation**Kordus, Monika, Edward Ozimek*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University*

Die vorliegende Zusammenfassung betrifft eine AM-Detektionsschwelle bei der monauralen und binauralen Präsentation. Im Rahmen dieser Arbeit wurden mit der Hilfe einer 2AFC-Methode monaurale und binaurale Detektionsschwellen bestimmt. Der Grundzweck dieser Arbeit besteht in der Nachprüfung, ob die Methode der Signalpräsentation die erhaltenen Resultate, also AM-Schwellen beeinflusst. Die erhaltenen Resultate zeigten, dass es keine statistisch wesentlichen Unterschiede zwischen monauralen und binauralen Schwellen gibt. Im zweiten Teil der Arbeit wurde dieselbe Thematik bearbeitet, aber es wurden psychometrischen Kurven sowohl für monaurale als auch binaurale Präsentationen bezeichnet. Es hat sich erwiesen, dass die  $d'$ -Empfindlichkeit proportional zur zweiten Potenz des AM-Modulationsgrades ist. Aus bisherigen Daten ergeben sich keine eindeutigen Unterschiede der  $d'$ -Steilheit als Funktion der zweiten Potenz des Modulationsgrades für den monauralen und binauralen Fall. Die gesamten Daten erlauben zu behaupten, dass AM-Detektionsschwellen von der Methode der Reizpräsentation unabhängig sind.

Do. 10:25 Uhr Raum H 30

Psychoakustik II

**Vorhersage und Messung von Detektionsschwellen für Audio-Codec-Verzerrungen**Huber, Rainer*AG Medizinische Physik, Universität Oldenburg*

„Perzeptive“ Codierung-Decodierungsverfahren (Codecs) zur Kompression von Audiodaten, wie z.B. MPEG-1 Layer 3 („mp3“), erreichen niedrige Bitraten, indem sie ein erhöhtes Quantisierungsrauschen zulassen, dieses jedoch zeitlich und spektral so formen, dass es idealerweise vom Signal verdeckt und somit unhörbar wird. In diesem Beitrag werden psychoakustische Messungen vorgestellt, in denen Schwellen für die Detektion von codec-bedingten Verzerrungen für verschiedene Audio-Codecs und -Signale ermittelt wurden. Die Detektionsschwellen können als Maß für die Beurteilung der Übertragungsqualität von Audio-Codecs herangezogen werden. Weiterhin wurden die psychoakustischen Messungen unter Verwendung der identischen Signale mit dem „Perzeptionsmodell“ nach Dau et al. [1] simuliert und die Ergebnisse mit den gemessenen Schwellen verglichen.

[1] Dau, T., Püschel, D., Kohlrausch, A. (1996): "A quantitative model of the 'effective' signal processing in the auditory system. I. Model structure", JASA 99(6), 3615-3622

Do. 10:50 Uhr Raum H 30

Psychoakustik II

---

### **Vergleich von subjektiven Daten mit Modellvorhersagen zur Tonhaltigkeit von Geräuschen unter Berücksichtigung der geltenden Norm DIN 45681**

Vormann, M., Daniel\*, P., Mellert, V.

*Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Fachbereich Physik/Akustik,  
\*CORTEX Instruments GmbH, Regensburg*

Die Tonhaltigkeit (DIN 45681 „Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen“, Entwurf Januar 1992, Erweiterung 2000) ist in den letzten Jahren kontrovers diskutiert worden. Insbesondere richtet sich die Kritik an das in der Norm vorgeschlagene Rechenmodell, dessen Vorhersagen häufig nicht mit dem subjektiven Tonhaltigkeitseindruck übereinstimmt. Aus diesem Grund sind neue, bzw. überarbeitete Berechnungsvorschriften für die Tonhaltigkeit vorgeschlagen worden. Parallel dazu wurden neue Meßmethoden entwickelt, die eine genauere Bestimmung der subjektiv empfundenen Tonhaltigkeit erlauben. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse von aktuellen Berechnungsmodellen der Tonhaltigkeit (Prominence Ratio, DIN 1992, DIN 1992 mit Erweiterung 2000, ECMA 74 (ANSI), Tonhöhen-Modell) mit subjektiven Beurteilungen aus verschiedenen Untersuchungen verglichen. Es werden Gültigkeitsbereiche der Modelle abgeleitet und daraus eine optimierte Berechnungsvorschrift der Tonhaltigkeit vorgeschlagen.

Do. 11:15 Uhr Raum H 30

Psychoakustik II

---

### **Synästhetische Wahrnehmung und Geräuschdesign**

Haverkamp, Michael

*Ford Werke AG, Köln*

Im modernen Industriedesign kommt der genauen Anpassung des Produktes an die Wünsche des Kunden entscheidende Bedeutung zu. Dazu ist es wichtig, alle vom Kunden wahrnehmbaren Attribute des Produkts möglichst genau auf dessen Erwartungen abzustimmen. Bei der Entwicklung vieler industrieller Produkte wird heute bereits das Geräuschdesign systematischen und - ausgehend von bewährten Verfahren der Psychophysik - methodisch ausgefeilten Prozessen unterworfen. Eine Abstimmung der gewünschten Produkteigenschaften auf andere als auditive Sinnesqualitäten findet dagegen nicht unmittelbar oder nur auf

methodisch unzulänglichem Niveau statt. Aus der Wahrnehmungspsychologie ist jedoch die enge Koppelung verschiedener Sinnesmodalitäten und deren Bedeutung für die umfassende Wahrnehmung und Erkennung von Objekten bekannt (Gestaltwahrnehmung). Insbesondere ist die Koppelung auditiver und visueller Wahrnehmung gegenüber den anderen Sinnen besonders ausgeprägt. So finden sich z.B. bei der verbalen Umschreibung von Hörereignissen zahlreiche Übertragungen aus dem Bereich des Sehens. Dies ist nicht nur umgangssprachlich der Fall (z.B. heller, trüber, dumpfer Klang), vielmehr hat die Umschreibung mittels visueller Analogien auch in die psychoakustische Fachsprache Eingang gefunden (z.B. Klangfarbe, Tonhöhe, Verdeckung (masking)). Die Beziehungen zwischen dem auditiven und dem visuellen Bereich werden in diesem Vortrag zunächst grundlegend untersucht. Insbesondere werden die durch Geräuschwahrnehmung erzeugten, zwangsläufigen visuellen Wahrnehmungen (Synästhesien) unterschieden von intermodalen Analogiebildungen und bewussten Zuordnungen. Hier steht die Zuordnung von Farben, Helligkeitswerten und Formen zu Geräuschattributen im Vordergrund. Aus der analytischen Behandlung des aktuellen Wissensstandes werden erste Folgerungen zur Erweiterung der bereits verfügbaren Methodik des Geräuschdesigns zu einer ganzheitlichen Optimierung der Produkt-Erscheinung abgeleitet.

Do. 11:40 Uhr Raum H 30

Psychoakustik II

**Desirable acoustic environments in some rooms**Sworek, K., Brigitte Berglund\*, Edward Hojan\*\*, Anna Furmann\*\*,

\* *Institute of Environmental Medicine, Karolinska Institute, and Department of Psychology, University of Stockholm, S-106 91 Stockholm, Sweden;* \*\* *Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, 61-614 Poznan, ul.Umultowska 85; Poland*

The creation of desirable or supportive sound environments should include persons with hearing deficits who constitute a large part of the general population. A desirable acoustic quality indoors may be characterized perceptually as dull (toneless), warm, mild, spatial, dim, pleasant, uniform, and clear (distinct). A large variation in perception exists for the kind of rooms, and less so, for gender. If social activities of human beings are heard, this will induce a positive mood, whereas machine-made sounds in isolation make sound environments undesirable.

Do. 12:05 Uhr Raum H 30

Psychoakustik II

**Persönlicher Gehörschutz für Musiker**Oberdanner, H.\*, Reintges, F.\*\*\*, Welzl-Müller, K.\**\*Klin. Abt. für Hör-, Stimm- und Sprachstörungen, Univ.-Klinik Innsbruck, \*\*Fa. Gärtner Auditiv*

Der Beruf des Musikers erfordert einerseits eine hohe Qualität des Gehörs, es besteht aber andererseits durch die Berufsausübung auch das Risiko für die Ausbildung einer Hörschädigung. Wie in der Literatur beschrieben, können Maximalpegel größer als 110 dB(A) gemessen werden. Wegner et. al. fanden selbst bei Operaufführungen äquivalente Dauerschallpegel von 83 bis 94 dB(A). Da technische Lärm-minderungsmaßnahmen nur äußerst beschränkt durchzuführen sind, besteht als einzige Möglichkeit die Verwendung von persönlichem Gehörschutz. Dieser wird vielfach aufgrund der Frequenzabhängigkeit der Dämmung abgelehnt. Eine wesentliche Verbesserung der Akzeptanz ist durch die Anwendung des Elacin-Filters zu erzielen. Allerdings gibt es aufgrund des Okklusionseffektes auch dabei Probleme mit der Körperschallwahrnehmung. Dieser Effekt tritt vor allem bei Bläsern auf, eine Musikergruppe, bei der das Risiko für die Ausbildung einer chronischen Lärmschwerhörigkeit aufgrund der hohen Schalldruckpegel besonders groß ist. Da durch den Okklusionseffekt die Kontrolle von Klangfarbe, Anstoß, Intonation usw. deutlich beeinträchtigt sind, schränkt die Anwendung von persönlichen Gehörschutz die Berufsausübung von Bläsern stark ein. Es wurde daher versucht, einen Gehörschutz zu entwickeln, der eine bessere Akzeptanz bei dieser Berufsgruppe erfüllt. Dabei wurde ein Kompromiß zwischen der Linearität der Dämmung und des Okklusionseffekts geschlossen.

Do. 10:00 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen II

**Geräuschniveau von Zugvorbeifahrten auf dem „besonders überwachten Gleis“**H.-J. Giesler*Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin*

Das Eisenbahnbundesamt verfügte 1997, dass die Deutsche Bahn bei der Berechnung der Geräuschemission von Zugvorbeifahrten einen Pegelabschlag von 3 dB(A) in Anspruch nehmen kann, wenn die dafür ausgewiesenen Streckenabschnitte im Abstand von 6 Monaten mit

einem Schallmesswagen akustisch überprüft werden und bei Erreichen einer Eingriffsschwelle einen sogenannten „akustischen Schienenschliff“ veranlasst wird („besonders überwachtes Gleis“). Der „akustische Schliff“ unterscheidet sich vom üblichen „Oberbauschliff“ dadurch, dass mit besonderem Schleifverfahren eine sehr ebene Schienenfahrfäche hergestellt wird, die zu einer niedrigeren Geräuschemission dann führt, wenn auch die Laufflächen der (scheibengebremsten) Räder in einem guten Zustand sind.

Die Geräuschemission unterschiedlicher Zugarten ist bei Vorbeifahrten auf einer Anzahl von akustisch geschliffenen Gleisen messtechnisch ermittelt worden. Zur Zeit gelingt es, mit zwei unterschiedlichen Schleifverfahren die Geräuschemission von Zugvorbeifahrten bei Wagen mit scheibengebremsten Rädern auf ein Niveau zu bringen, das der Verfügung des Eisenbahnbundesamtes entspricht. Die akustischen Schleifverfahren werden erläutert und insbesondere das unterschiedliche akustische Verhalten verschiedener Zugarten unter Berücksichtigung der Bremsart sowie der Einfluss der Schieneneinfederung auf die Geräuschemission diskutiert

Do. 10:25 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen II

## **Untersuchung zur Lästigkeit von Reise- und Güterzügen**

Zeichart, Klaus

*OBERMEYER Planen + Beraten, München*

Die Studie befasst sich mit der vergleichenden Untersuchung der Beeinträchtigungen und Störungen durch Lärm aus Güterzug- und Reisezugverkehr der Deutschen Bahn AG. Anwohner von Fernbahnstrecken mit unterschiedlich starkem Güter- und Reisezugverkehr wurden nach subjektiven Belästigungen, Störungen und Beeinträchtigungen durch den Bahnverkehr insgesamt und durch die Güter- und Reisezugvorbeifahrten im Besonderen befragt. Die Untersuchung fand in 5 Bundesländern statt. Insgesamt wurden in 16 Wohngebieten 1174 Bahnanwohner befragt. Die Fragenkomplexe waren dabei so gehalten, dass sowohl Vergleiche zwischen den Zugarten als auch Vergleiche der Zugarturteile zur zugartunspezifischen Gesamtbeeinträchtigung durch Bahnlärm möglich waren. Die erfragten subjektiven Belästigungs- und Gestörtheitsempfindungen der betroffenen Anwohner wurden rechnerisch ermittelten Luftschallbelastungen gegenübergestellt. Für jede Wohnung wurden die Außen-geräuschpegel bezogen auf die Außenfassade des jeweiligen Wohn- und Schlafzimmers bestimmt. Die Pegel wurden jeweils für den gesamten Bahnverkehr und getrennt für den Reise- und Güterzugverkehr berechnet. Die Studie deckt einen eisenbahnspezifischen Immissionspegel aus dem gesamten Bahnverkehr ( $LA_{eq}(24h)$ ) von ca. 39 bis 79 dB(A) ab. Die Wohnhäuser der Untersuchungspersonen liegen zwischen 14 m

und 335 m vom Bahngleis entfernt; der mittlere Bebauungsabstand liegt bei 78 m. Die Streckenbelastung in den Untersuchungsgebieten variiert zwischen 111 Zügen /24 h und 292 Zügen /24 h; die Anzahl der Güterzüge liegt dabei zwischen 20 und 174 Güterzügen /24 h. Der relative Anteil des Güterzugverkehrs am Gesamtaufkommen des Bahnverkehrs erreicht in den Untersuchungsgebieten 18% bis 70%. Es wird über Ergebnisse der Studie berichtet.

Do. 10:50 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen II

### **Natur-, Lärm und Ruheschutz**

Piorr, Detlef

*Landesumweltamt NRW*

Ziel des Naturschutzes ist es, die Natur und Landschaft im besiedelten und unbesiedelten Bereich so zu schützen, zu pflegen und zu entwickeln, dass die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft als Lebensgrundlage des Menschen und als Voraussetzung für seine Erholung in Natur und Landschaft nachhaltig gesichert sind. Ziel des Immissionsschutzes ist es, die Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie die Kultur- und sonstigen Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen. Ergebnisse eines landesweiten Geräuscreenings haben gezeigt, dass es noch Flächen gibt, die als ruhige Zonen betrachtet werden können. Sollte diesen ruhigen Zonen ein besonderer Schutz zugesprochen werden?

Do. 11:15 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen II

### **Studie zur Korrelation von verkehrsbedingter Lärm- und Partikelemission**

Holstein, Peter, Ulrich Franck

*Sinus Messtechnik GmbH Leipzig, UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig - Halle GmbH, Sektion*

Die Ursachen von Lärm in städtischen Bereichen sind ebenso komplex wie dessen Bewertung. Voraussetzung für eine objektive Erfassung sind ein entsprechendes Netz von Messstellen und eine ausreichende Dauer der Messungen. Dies betrifft sowohl die Erfordernisse der zeitlichen als auch räumlichen Statistik. Verkehrslärm, der schätzungsweise für etwa 50% der gesamten Lärmbeeinflussung verantwortlich ist, hat sowohl langfristige Auswirkungen auf die Gesundheit - es sind z. B. Studien über die Korrelation mit Herz- und Kreislaufkrankheiten veröffentlicht worden - als auch auf die unmittelbare Lebensqualität. In Städten, die über einen großen Wohnungsüberschuss verfügen, sind extrem von Verkehrslärm und -abgasen betroffene Straßenzüge von einem auffälligem

Leerstand gekennzeichnet. Interessant ist auch der Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und anderen Belastungstypen. Da Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren, vor allem unter dem Aspekt der Dauerbelastung, zu den Hauptverursachern von Verkehrslärm gehören, ist bei einem erhöhtem Lärmpegel auch mit einer steigenden Belastung durch Abgase und luftgetragene Partikel rechnen. Die Problematik wird im Artikel an einigen Beispielen verdeutlicht, die im Rahmen einer Studie zur Korrelation von Lärmdaten und von Partikel- und Abgasemission in einem extrem verkehrsbelasteten innerstädtischem Bereich gewonnen wurden.

Do. 11:40 Uhr Raum H 40 Lautst. von Beschallungsanlagen I

### **Zentral- und Individualbeschallung - Ökonomische und ökologische Aspekte**

Werner, E.

*Hademstorf*

Aus den Anfängen der elektroakustischen Beschallung hat sich ein äußerst differenziertes Gebiet entwickelt, in dem Leistungen von einigen Milliwatt bis zu Hunderten von Kilowatt verarbeitet werden. Die am Trommelfell des menschlichen Ohres notwendige Leistung für hohe Lautstärken ist extrem klein. Es stellt sich daher die Frage, wann es wirklich sinnvoll ist, extrem große Schall-Leistungen mit oft sehr schlechtem Wirkungsgrad zu erzeugen und aus dem größten Teil davon schließlich nur Verlustwärme zu erzeugen. Der Beitrag zielt darauf hin, Gründe für und wider die beiden Beschallungsextreme zu finden. Zusätzlich werden auch mögliche und praktizierte Zwischenlösungen diskutiert. Damit soll die Wahl der bestmöglichen Lösung in Abhängigkeit von den Anforderungen erleichtert werden. Neben den akustischen Qualitätsaspekten werden auch ökonomische und ökologische Gesichtspunkte genauer betrachtet.

Do. 12:05 Uhr Raum H 40 Lautst. von Beschallungsanlagen I

### **Lautstärke in Discotheken. Eine Abschätzung des Gehörschadenrisikos auf der Basis einer psychoakustischen Akzeptanzuntersuchung bei Jugendlichen.**

Leitmann, Thilo, Schulte-Fortkamp, Brigitte

*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. Es gilt daher als wahrscheinlich, dass

ein großer Teil dieser Gehörerkrankungen auf „Freizeitlärm“, wie z.B. Musikschall bei Konzerten, in Diskotheken oder beim Tragen von Kopfhörern, aber auch auf Knallgeräusche beim Umgang mit Knallkörpern oder Spielzeugpistolen zurückzuführen ist. Die derzeit beliebteste lärmintensive Freizeitbeschäftigung von Jugendlichen ist allerdings der Besuch von Clubs und Discotheken. Die hier vorherrschenden Schallpegel tragen das Potential für bleibende Hörschäden in sich. Der Schalldruckpegel und die Beschallungsdauer sind dabei die wesentlichen Determinanten der Gehörschädigung. Um die Höhe der Schallbelastung zu ermitteln wurden in 12 Discotheken Schallpegelmessungen durchgeführt. Zusätzlich wurden 649 Jugendliche in 15 Discotheken nach ihren Besuchshäufigkeiten, ihrer Einschätzung der Musik und ihrer Bewertung der Lautstärke befragt. Die Untersuchung zeigt deutliche Tendenzen über Vorlieben und Verweildauer auf der Tanzfläche und lässt von daher Aussagen über die Belastungen der Jugendlichen durch die Beschallung in Discotheken zu. Mit diesen Eingangsdaten wird nach der internationalen Norm ISO 1999 eine Abschätzung des Gehörschadenrisikos vorgenommen. Auf Grundlage der gewonnenen Ergebnisse wird die Frage eines Richtwertes für die Beschallungsstärke diskutiert und die Akzeptanz von Schallpegelbegrenzungen in Discotheken erörtert. Mögliche technische und taktische Maßnahmen zum Schutz der Discothekenbesucher werden vorgestellt. Darüber hinaus weist die Arbeit Material für die Fortbildung von DJs aus. Vorgestellt werden die Ergebnisse der Befragung sowie ein potentieller Richtwert, der im Kontext eines Maßnahmenkatalogs problematisiert wird.

Do. 10:00 Uhr Raum H 60

Messtechnik II

## **Reflexionsarme Räume - Überprüfung der Freifeldeigenschaften**

Lenz, Heino

*AkuThermConsult GmbH, Düsseldorf*

Reflexionsarme Schallmessräume sind häufig Bestandteil einer Messkette, deren Eigenschaften im Rahmen der Qualitätssicherung nachgewiesen werden müssen. Zur Bewertung der Freifeldeigenschaften reflexionsarmer Räume werden die auf acht Messpfaden gemessenen Schalldruckpegel-Ortsverteilungen mit den Werten eines idealen Freifeldes verglichen. Gegenüber den Vorgaben der inzwischen 25 Jahre alten ISO 3745 wurde die Abnahmeprozedur im Entwurf der Neufassung präzisiert und den Möglichkeiten der heute zur Verfügung stehenden Messtechnik angepasst. Die Ergebnisse eigener Untersuchungen zeigen unter anderem, dass es sehr sinnvoll ist, die Freifeldeigenschaften bei deutlich mehr Frequenzen zu untersuchen, als es die Normen vorgeben. Ebenso sind die Vorgaben der gültigen Normen für die einzusetzenden Test-Schallquellen nicht hinreichend. Der Möglichkeiten der Analyse

der Feldverteilung mit Hilfe einer kontinuierlichen Abtastung über Pegelschreiber werden Verfahren mit einer präzisen ortsdiskreten Schalldruckpegelabtastung gegenübergestellt. Bei grossen Schallmessräumen ist es zudem erforderlich, die Luftabsorption bei der Auswertung zu berücksichtigen. Die gewonnenen Erfahrungen sind Basis einer kritischen Stellungnahme zu dem Entwurf der neuen ISO 3745. Es werden Vorschläge zur Präzisierung der AbnahmeprozEDUREN gemacht, mit denen die raumakustische Qualität von Schallmessräumen genauer als bisher beschrieben werden kann.

Do. 10:25 Uhr Raum H 60

Messtechnik II

### **Reflexionsarme Räume - ein Vergleich verschiedener Auskleidungskonzepte**

Lenz, Heino

*AkuThermConsult GmbH, Düsseldorf*

Die reflexionsarmen Auskleidungen von Schallmessräumen wurden bis vor wenigen Jahren überwiegend aus Glasfaserkeilen aufgebaut. Der Faseraustrag dieser Glasfaserkeile wurde durch Überzüge aus textilen Geweben minimiert. Einige Systemhersteller begannen vor ca. zehn Jahren damit, Strukturen aus gelochten Stahlblechen als Überzug einzusetzen. Diese Technik hat sich als sehr robust erwiesen und gibt die Möglichkeit einer ansprechenden Gestaltung. Eine andere Strategie ist der Ersatz des Fasermaterials durch poröse Schäume, die heute vorzugsweise auf Melaminharzbasis hergestellt werden. Neben den bewährten reflexionsarmen Auskleidungen mit Keilstrukturen werden auch unstrukturierte Flachabsorber eingesetzt, bei denen als poröse Absorber wiederum Mineralfasern und Melaminharzschäume Verwendung finden. In einigen Einsatzfällen wurden in die Flachabsorber ergänzend Bleche oder Schwerschichtfolien eingelegt. Im Vortrag werden Ergebnisse aus messtechnischen Untersuchungen der letzten drei Jahre von mehr als 20 Schallmessräumen dargestellt. Dabei waren alle zuvor beschriebenen Systeme vertreten. Aus den Untersuchungsergebnissen können grundsätzliche Aussagen darüber gewonnen werden, welche Qualität bezüglich der Freifeldeigenschaften von den unterschiedlichen Systemen erzielt werden kann. Ergänzend wird auf die Auswirkung von prüfstandsbedingten Einbauten in Schallmessräumen eingegangen. Dazu gehören insbesondere Bremstrommeln für Fahrzeuge, die in einem Bereich unterhalb der eigentlichen Schallmessräume untergebracht sind. Die Raumakustik dieser Unterflurbereiche sowie deren akustische Ankoppelung an den eigentlichen Schallmessraum beeinflusst die Freifeldeigenschaften.

Do. 10:50 Uhr Raum H 60

Messtechnik II

**Zur Gasanalyse durch Messung von Schallgeschwindigkeit und Wärmeleitfähigkeit**

Wächter, F.

*HTW Dresden (FH), Fachbereich Elektrotechnik, Dresden*

Eine quantitative Analyse von Gasgemischen erfolgt in industriellen Prozessen oft durch Messung der Schallgeschwindigkeit oder der spezifischen Wärmeleitfähigkeit. Diese Methoden können zur Analyse binärer Gasgemische genutzt werden und sind nicht selektiv. Für binäre Gasgemische bilden die Abhängigkeiten der Schallgeschwindigkeit und der spezifischen Wärmeleitfähigkeit von den Stoffmengenanteilen in den meisten Fällen monotone Funktionen des Stoffmengenanteils einer Komponente. Bei einigen binären Gasgemischen gilt das jedoch nicht. Im Fall der Schallgeschwindigkeit ist ein einfaches Kriterium für die Eigenschaften der Komponenten bekannt, bei denen der Funktionsverlauf eineindeutig ist. Im Fall der spezifischen Wärmeleitfähigkeit lässt sich ein derartiges Kriterium nicht angeben. Bei 861 theoretisch untersuchten binären Gasgemischen ergaben sich 67 Gasgemische mit nichtmonotonem Verlauf der Schallgeschwindigkeit und 33 Gasgemische mit nichtmonotonem Verlauf der spezifischen Wärmeleitfähigkeit, jedoch nur ein Gasgemisch, bei dem beide Verläufe nichtmonoton sind. Damit kann eine Binärgasanalyse mit einer der beiden Methoden in fast allen Fällen durchgeführt werden. Ursache dafür ist, dass Gase ungefähr gleicher Schallgeschwindigkeit meist deutlich unterschiedliche spezifische Wärmeleitfähigkeiten aufweisen und umgekehrt. Eine quantitative Analyse ternärer Gasgemische kann durch die Messung von Schallgeschwindigkeit und spezifischer Wärmeleitfähigkeit durchgeführt werden. Die Lösung des daraus resultierenden Gleichungssystems für die Stoffmengenanteile der Komponenten ist meist eindeutig. Aber auch hier existieren Gasgemische, bei denen dieses Gleichungssystem mehrere Lösungen im physikalisch relevanten Bereich hat, z.B. Gemische aus Argon, Sauerstoff und Schwefelwasserstoff.

Do. 11:15 Uhr Raum H 60

Messtechnik II

**Messungen von Transferimpedanzen für die Wälzlagerdiagnose**

Makarski, Michael, Klaus Reitz\*

*Institut für Technische Akustik RWTH Aachen, \*Institut für Bergwerks- und Hüttenmaschinenkunde RWTH Aachen*

Herkömmliche Verfahren zur Wälzlagerdiagnose nutzen Körperschallmessungen, um anhand empirischer Methoden die Art und den Grad eines vorliegenden Schadens zu erkennen.

Für die vorausschauende Instandsetzung von komplexen Maschinen ist es jedoch notwendig, bereits bevor ein Schaden vorliegt, eine Aussage über die Restlebensdauer des Lagers zu machen. Da sich der Verschleiß eines Wälzlagers durch die Änderung der Rauigkeit und Beschaffenheit der Lagerlauffläche äußert, muss für die vorausschauende Instandsetzung während des Betriebs die Oberflächenrauigkeit des Lagers überwacht werden.

Mit physikalischen Modellen kann die Körperschallemission von rollenden Körpern in Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit der Lauffläche, Rollgeschwindigkeit etc. berechnet werden. Für die Anwendung solcher Modelle an realen Maschinen sind zwei Voraussetzungen unbedingt zu erfüllen: Die Transferimpedanz vom Ort der Anregung zum Ort des Körperschallaufnehmers muss bekannt sein und es muss für die Diagnose sicher gestellt sein, dass das aufgenommene Körperschallsignal vom zu überwachenden Lager dominiert wird.

Es wird ein Verfahren vorgestellt, wie die Transferimpedanz bei eingebautem Lager exakt nach Betrag und Phase bestimmt werden kann.

Do. 11:40 Uhr Raum H 60

Messtechnik II

### **Miniaturlaufbau zur direkten Impedanzbestimmung**

Kob, Malte

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

Für die Bestimmung der akustischen Impedanz werden je nach Messobjekt unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Bei geeigneten Proben kann eine Messung des Schalldruckverlaufs bei Einfall einer ebenen Welle auf das Messobjekt im Kundtschen Rohr durchgeführt werden. Neuere In-situ-Verfahren wie die Freifeld-Transferfunktionsmethode verwenden Kugelwellen und erlauben die Impedanzbestimmung größerer Objekte. Ein bereits bekannter Ansatz für die Impedanzmessung an kleinen Objekten ist die Messung des Schalldrucks vor einer möglichst idealen Schnellequelle. Bei stark resonanten Systemen mit relativ kleinen Öffnungen wie z.B. Blasinstrumenten sind die genannten Verfahren jedoch meist ungeeignet, weil entweder die Voraussetzung einer schnellekonstanten Schallquelle bei ausreichendem Signal-zu-Rauschabstand nicht erreicht werden kann oder eine hinreichende Ankopplung des Messobjektes an die Messapparatur nicht möglich ist. Es wurde eine miniaturisierte Messanordnung mit einem Schalldruck- und einem Schnellesensor (Microflown) entwickelt, die u.a. eine direkte Impedanzmessung an einer Öffnung eines Musikinstruments oder dem Mund erlaubt. Durch Wahl des Lautsprechers lässt sich die Anordnung entweder in Richtung Mobilität oder Frequenzumfang (ca. 100 Hz bis 5 kHz) optimieren. Da die Sensoren in unmittelbarer Nähe der Schallquelle *und* des

Messobjektes angeordnet sind, kann bei geeigneter Signalverarbeitung eine Messung in schneller Folge auch in reflektionsbehafteter Umgebung durchgeführt werden.

Do. 12:05 Uhr Raum H 60

Messtechnik II

## **Ein neues Messsystem zur Kalibrierung von Beschleunigungsaufnehmern bei simultaner mehrachsiger Anregung**

Weißborn, Christof

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig*

Die Hersteller und Anwender von Aufnehmern (Sensoren) für Bewegungsgrößen müssen im Rahmen der steigenden Qualitätsforderungen zunehmend die Genauigkeit und Zuverlässigkeit durch Kalibrierungen nachweisen, die auf nationale Normale rückgeführt sind. Im Bereich der Schwingungs- und Stoßkalibrierung sind die Kalibrierverfahren üblicherweise auf Bewegungen in einem Freiheitsgrad beschränkt.

Bewegungssensoren, z.B. Beschleunigungsaufnehmer, sind in der Praxis häufig simultanen Anregungen in mehreren Freiheitsgraden ausgesetzt. Oft soll die Bewegungskomponente nur in einer vorgegebenen Meßrichtung gemessen werden, nicht selten jedoch ist eine mehrachsige Messung erforderlich (z.B. Modalanalyse, Trägheitsnavigation). Für diese Anwendungsfälle sind zahlreiche Typen von Mehrkomponentenaufnehmern verfügbar. Die Kalibrierung dieser Aufnehmer wie auch die Bestimmung der Querempfindlichkeit erfolgt auf konventionellen einachsigen Schwingungserregern. Bis jetzt verfügte kein nationales Metrologisches Institut oder Kalibrierlaboratorium über Kalibriereinrichtungen, die den praktischen Einsatz mehrachsiger Aufnehmer nachbilden. Bisherige Ansätze zur mehrachsigen Schwingungserregung erfüllen nicht die Anforderungen an die Erzeugung definierter und wiederholbarer Bewegungsformen.

In der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt wurde ein neuartiges Mehrachsen-Kalibriersystem aufgebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Es ist für die simultane Erregung und Messung von Bewegungsgrößen in vier unabhängigen Freiheitsgraden konzipiert (drei translatorische und einen rotatorischen). Der Einsatz von Lasermeßsystemen sichert hohe Genauigkeit (kleine Meßunsicherheit) der Mehrkomponenten-Kalibrierung. Erste Untersuchungen an einachsigen Beschleunigungsaufnehmern, die als TransfERNormal zur Weitergabe der Einheit eingesetzt werden, zeigen die Leistungsfähigkeit der neuen Meßmöglichkeiten, aber auch die dringende Notwendigkeit der Prüfung der Querempfindlichkeit bei simultaner Beaufschlagung mit der eigentlichen Messgröße.

Do. 10:00 Uhr Raum H 50

Bauakustik IV

**Schalldämmung von Doppel- und Hohlräumböden**

Meier, Andreas, Elmar Schröder

*Müller-BBM GmbH, Planegg*

Doppel- und Hohlräumböden sind in Büro- und Verwaltungsgebäuden gerne verwendete Bauteile, da sie durch ihren leicht zugänglichen Hohlraum den Verzug von Installationen, wie z. B. Netzkabel, Luftführung oder der Wasser- und Energieversorgung, ermöglichen. Aufgrund ihrer unter Trennwänden durchlaufenden Verlegeweise führen diese Aufbauten aber teilweise zu Beschwerden über eine unzureichende Trittschall- und Luftschalldämmung. Um bereits vor der Bauausführung anhand der bauakustischen Anforderungen verschiedene Produkte bzw. Konstruktionsweisen zu beurteilen, stellen viele Hersteller den Planern entsprechende Prüfzeugnisse zur Verfügung. Trotz dieser Daten kam es in den letzten Jahren vor, dass die bauakustischen Anforderungen am Bau verfehlt wurden. Forschungsarbeiten zeigten vielfältige Ursachen. In der VDI 3762 werden daher Vorhaltemaße zwischen 5 dB und 8 dB empfohlen. Inzwischen wurden die Rahmenbedingungen des Messverfahrens zur Bestimmung der Schalldämmung von Doppel- und Hohlräumböden mit Einführung der DIN EN ISO 140 Teil 12 geändert. Sofern Prüfstandsergebnisse nach dem überarbeiteten Verfahren vorliegen, sind die genannten Vorhaltemaße nach unserer Meinung unangebracht, wenn die speziellen Einbaubedingungen des Messverfahrens auf die Praxis bezogen werden. Es fehlt derzeit noch an (publizierter) Erfahrungen, wie die Prüfstandsergebnisse auf die Praxissituation übertragbar sind. Anhand von Prüfstandsmessungen unter Anwendung des überarbeiteten Verfahrens wird über unsere Erfahrung berichtet. Es wird ein Vorschlag unterbreitet, wie unter Einbeziehung akustischer Prognosemodelle nach EN 12 354 Prüfstandsmessungen auf die Praxis zu beziehen sind. Im Vordergrund steht dabei die Analyse der Stoßstelle zwischen Bodenplatte und Wandkonstruktion.

Do. 10:25 Uhr Raum H 50

Bauakustik IV

**Sound insulation of foils and membranes**

Weber, Lutz, Schew-Ram Mehra

*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Although foils and membranes are common building components, their sound insulation has so far only rarely been investigated. This may be due to their small mass per unit area, which restricts their applicability in the field of noise control. On the other hand foils and membranes are increasingly used for the construction of tents and hall-type buildings with various shape and function. An other interesting application

are inflatable noise barriers for the screening of outdoor noise. For the planning of such constructions a detailed knowledge of sound insulation is a necessary precondition.

To investigate the acoustical properties of foils and membranes we performed measurements on a large number of products consisting of different material with different thickness and density. The measurements were carried out in a building acoustical laboratory on single as well as on double layered probes. The measured sound reduction index showed considerable deviations from the behaviour of solid building components. We report on the measuring results and discuss the acoustical properties of foils and membranes by comparison with theoretical calculations.

Do. 10:50 Uhr Raum H 50

Bauakustik IV

### **Schalldämmende Installationswand - Anwendungen in der Baupraxis**

Groß, Dieter (1), Roland Kurz (1), Frank Schnelle (2)

*(1) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Winnenden (2) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Halle*

Installationsgeräusche führen immer noch sehr häufig zu Beanstandungen des Schallschutzes im Geschosswohnungsbau. In der Praxis führen vor allem Nutzer- und Hantiergeräusche mit Installationsschallpegel von teilweise deutlich über 35 dB(A) zu erheblichen Störungen.

Nachdem Gösele mit Hilfe von Modellversuchen aufgezeigt hat, dass durch entsprechende Maßnahmen an Wänden eine deutliche Erhöhung der Körperschalldämpfung bzw. -dämmung von Installationswänden und damit eine Reduzierung der Übertragung von Installationsgeräuschen erreicht werden kann, wurden im Rahmen einer Forschungsarbeit Untersuchungen an entsprechend ausgebildeten Wänden vorgenommen im Hinblick auf einen möglichen Einsatz in der (Wohn-)Baupraxis zur Verbesserung der Körperschalldämmung bzw. -dämmung von Installationswänden für eine nachhaltige Reduzierung von Installationsgeräuschen.

Über die Ergebnisse der Untersuchungen der durchgeführten Maßnahmen zur Verbesserung der Körperschalldämmung der Wandscheiben und die daraus resultierenden Maßnahmen an Installationswänden in der Praxis mit entsprechenden Detailausführungen werden vorgestellt.

Do. 11:15 Uhr Raum H 50

Bauakustik IV

**Anpassung des Trittschall-Normhammerwerks an die mechanischen Eigenschaften gehender Personen**

Scholl, Werner, Dipl.-Ing. Silvia Stange-Kölling

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Das Normhammerwerk nach ISO 140 verhält sich auf verschiedenen Deckenkonstruktionen und Deckenauflagen nicht so wie gehende Personen. Beim Anregen von Decken mit dem Hammerwerk können somit hinsichtlich der Geräuscentwicklung beim Begehen nicht nur vom Frequenzgang her irreführende Ergebnisse entstehen, es kann vielmehr die Qualitätsreihenfolge verschiedener Decken durcheinandergeraten. Ursache hierfür ist, dass die mechanischen Quellimpedanzen von Gehern und des Hammerwerks völlig verschieden sind. Umrechnungen zwischen hammerwerk- und geher-erzeugten Pegel sind deckenimpedanzabhängig und damit in der Regel mangels Kenntnis nicht möglich. Auf der letzten DAGA wurde eine Modifikation der Normhammerwerks vorgestellt - im Wesentlichen eine elastische Unterlage unter den Hämmern - mit der das Hammerwerk an die mechanischen Eigenschaften gehender Personen angepasst wird. Im vorliegenden Beitrag wird über die Untersuchung verschiedener elastischer Unterlagen hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit berichtet, ebenso wie über die Messung der Quellimpedanz weiterer Geher.

Do. 11:40 Uhr Raum H 50

Bauakustik IV

**Tieffrequenter Trittschall - Messergebnisse, mögliche Ursachen**

Burkhart, Christian

*Akustikbüro Schwarzenberger und Burkhart*

Immer häufiger 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. Messergebnisse verschiedener Fußbodenkonstruktionen mit ausgeprägten Resonanzen und mögliche Ursachen werden vorgestellt. Ein Verfahren zur Abschätzung des Auftretens des Dröhnens wird vorgestellt und mögliche Abhilfemaßnahmen diskutiert.

Do. 12:05 Uhr Raum H 50

Bauakustik IV

**Untersuchung von Gehgeräuschen auf Holzbalkendecken**Richter, Bettina, Hartmut Schröder*FH Rosenheim; Fraunhofer Institut für Bauphysik*

Das Normhammerwerk stellt in der Bauakustik eine künstliche Trittschallquelle mit exakt normierten Parametern dar. Tatsächlich entstehen aber im Wohnbereich wesentlich vielseitigere Geräusche, beispielsweise durch gehende Personen, spielende Kinder und vieles mehr. In einer Diplomarbeit am Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) wurde der durch Geher entstehende Trittschall näher untersucht. Als Grundlage wurden Gehgeräusche verschiedener Personen gemessen. Diese Personen begingen das Prüfobjekt jeweils mit verschiedenen Schuhen und verschiedenen Schrittgeschwindigkeiten. Es sollten möglichst viele Parameter und deren Einflüsse untersucht werden, um die Reproduzierbarkeit dieser Gehgeräusche zu gewährleisten. Die Untersuchungen wurden außerdem auf verschiedenen Deckenkonstruktionen durchgeführt. Dabei standen zunächst die Holzbalkendecken mit verschiedenen Estrichaufbauten im Vordergrund. Vergleichend wurden auch Gehgeräusche auf Massivdecken herangezogen. Mittels statistischer Auswertung wurden dann Korrelation und Abweichung der Spektren der Geher untereinander und die der Geher zum Hammerwerk bestimmt. Es wurde auch das im Rahmen der ISO 140, Teil 11 vorgeschlagene modifizierte Normhammerwerk mit den Gehgeräuschen verglichen.

Do. 13:20 Uhr Raum H 100

Hydroacoustics III

**illuminating the Invisible Deep - Multibeam Sonar Techniques  
Serve Marine Sciences**Schenke, Hans Werner*Alfred Wegener Institute for Polar- and Marine Research (AWI), Bremerhaven*

Global oceans cover more than 70% of the Earth's surface. They are essential to the society as source of food and minerals, an economic means of transporting goods and, moreover, their influence on the global climate and environment is beyond dispute. Despite our reliance on the oceans and its resources, it remains a frontier for scientific exploration and discovery.

Until few decades ago, human activities including research and industrial exploitation have focussed mainly on the coastal areas. After the invention of multibeam sonar techniques, in the mid 70th, marine research also concentrate on the deep ocean floor. The importance of the submarine relief for the ocean is evident. In general, the sea floor plays

an important role to the interaction between geosphere, hydrosphere and atmosphere.

Since 1983, the AWI research ice-breaker RV "Polarstern" conducts interdisciplinary expeditions to the polar oceans. The multibeam sonar system HYDROSWEEP DS-2 serves as a key instrument to map and image the sea floor topography. The 90 fan, oriented perpendicular to the ship's length axis, consists of 59 single sonar beams. HYDROSWEEP supplies depths and backscatter data for each beam, and sidescan images. Digital terrain models, derived from the depths data, are utilized to create bathymetric charts and to perform morphogenetic relief studies. Results from investigations in Arctic and Antarctic waters will be presented, using modern techniques, including 3D-visualization and animation.

Do. 13:45 Uhr Raum H 100

Hydroacoustics III

### **Target strength of objects in a stochastic medium**

Schneider, H.G., Ch. Fiedler

*Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik,  
Kiel*

The definition of the acoustic target strength generally implies an ideal medium and a CW signal and is given as a function of frequency and incident angle relative to the object. However, for sound transmission in the ocean over large distances the medium is neither time invariant nor spatially homogeneous. While the changes in time occur slowly and the conditions can be taken as frozen in for the time of the transmission of a short sound signal, the spatial sound speed structure has to be considered explicitly. This structure causes in shallow or coastal waters a multipath sound transmission, where each path has a different travel time and a different elevation angle (in the vertical) relatively to the object. The angular variation in the horizontal is generally small and can be disregarded. The monostatic target strength is then given by the integral involving all sound paths to the target and back to the receiver and the bistatic target strengths for all the combinations of incident and scattering angles. The numerical modelling of this effective TS requires therefore sound propagation models capable to compute for each sound-path the traveltime, incident angle, pressure and phase at the target. For two objects the ideal target strength will be compared to the effective target strength resulting from sound propagation in a stochastic shallow water environment.

Do. 14:10 Uhr Raum H 100

Hydroakustik

**Sound intensity distribution of directional transducer in media with velocity gradient**Gawrysiak, Jacek, Raganowicz Aleksandra*Technical University of Gdansk*

The usual assumption made in sound ray tracing is that the beam pattern will be conic. Approximation of the actual beam pattern using a conic beam is a way to simplify the maths. At the same time, it reinforces what is a false view, namely that side lobes have no effect on the detection capabilities of hydroacoustic systems. The article presents a short description of the sound ray density method which apart from eliminating the problem of computing field intensity in caustics area also enables the inclusion of actual beam patterns of ultrasound transducers. Further in the article, several examples are given of field intensity distribution generated by real transducers. The effect of non-homogeneous media on the distortion of the beam pattern is discussed, too.

Do. 14:35 Uhr Raum H 100

Hydroakustik

**High Resolution Sonar Operating In Near Field**Elminowicz, Andrzej*R&D Marine Technology Centre, Gdynia, Poland*

The objective of the work is to build sonar for detection and identification of very small objects  $TS < -25$  dB at the distance 300 m. The paper presents a design approach of the sonars of very high angular resolution 0,10 - 0,20 operated in the near field. The sonar has very narrow beams with side lobes level below -18 dB, shaped by weighting and dynamic focusing in the near field. For very small targets and range of near field about 300 m only wideband sonar can response requirements. Sonar consists of a wideband multi-element linear transducer, focusing, beamforming and pulse compression systems is presented. The paper presents approach to beamformer reducing significantly steered beam-wides in the near field and selected receiving beam patterns a wideband sonar operating in the near field.

Do. 15:00 Uhr Raum H 100

Hydroakustik

**Data reduction for seafloor 3D mapping from multibeam sonar scans**Moszynski, Marek, Jerzy Demkowicz*Technical University of Gdansk*

Application of seabed mapping and imaging is very attractive in many applications including marine navigation, hydrography and GIS systems. The problem is especially important when mapping of the seabed is performed using data obtained from multibeam sonar systems. Even after preprocessing by internal signal processor units these systems deliver large amount of data. Typically they contain bathymetry data along with navigation information, which allows for further visualisation and mapping. To address the problem of storing huge amount of data, the paper presents application of data reduction algorithms derived from image processing theory and computer graphics technology. As the raw data from multibeam system represents discrete points in 3D coordinate system, which may be treated as irregular mesh, the decimation or polygon reduction algorithms may be applied. The aim of these techniques is to reduce the number of polygons in a mesh while maintaining a good approximation of original data. The proposed algorithms use image filtering techniques, modified Delaunay triangulation and decimation algorithms for achieving high reduction of amount of data. The results in the form of 3D images of bottom relief are also presented.

Do. 13:20 Uhr Raum H 80

Kavitation II

**Partikelmodellierungen verschiedener Kavitationsblasenstrukturen**Koch, Philipp, Robert Mettin, Werner Lauterborn*Drittes Physikalisches Institut, Universität Goettingen*

Bei starker Beschallung von Flüssigkeiten auftretende Kavitationsblasenstrukturen werden mithilfe eines Partikelansatzes modelliert. Als Ausgangsdaten dienen Aufnahmen, die mit Hochgeschwindigkeits-Stereotechniken gewonnen wurden. Zur Beschreibung der Wechselwirkung der Blasen untereinander und der Blasen mit dem Schallfeld werden nichtlineare Blasenschwingungen angenommen. Charakteristische Eigenschaften der experimentellen Beobachtungen lassen sich gut reproduzieren.

Do. 13:45 Uhr Raum H 80

Kavitation II

**Kräfte in akustischen Kavitationsfeldern**Krefting, Dagmar, Robert Mettin, Werner Lauterborn*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

In akustischen Kavitationsfeldern, wie sie z.B. in der Ultraschallreinigung verwendet werden, bilden die entstehenden Blasen komplexe raumzeitliche Strukturen. Die Dynamik der Blasen ist im Wesentlichen durch die Wechselwirkung mit dem Schallfeld des akustischen Resonators (1. Bjerkneskraft) und dem anderer Blasen (2. Bjerkneskraft) bestimmt. Bei der Translation treten zusätzliche Reibungskräfte auf, die von der Stokes'schen Formel abweichen können. Zum einen führt die Blase Radialschwinungen aus, die bei hohen Schallamplituden stark nichtlinear werden. Zum anderen können durch angelagerte Partikel an der Blasenoberfläche die hydrodynamischen Randbedingungen modifiziert werden (Mitnahmebedingung). Mit Hochgeschwindigkeits-Kinematografie wird die Dynamik von Einzelblasen experimentell bestimmt und mit den theoretischen Vorhersagen verglichen.

Do. 14:10 Uhr Raum H 80

Kavitation II

**Bjerknes-Instabilität levitierter Einzelblasen bei geringem statischen Druck**Mettin, Robert, Bernhard Lindinger, Werner Lauterborn*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen*

Die Möglichkeit, levitierte Einzelblasen bei starken Anregungswechseldrücken zu beobachten, findet Begrenzung durch zwei Arten von Instabilitäten: Eine "Oberflächeninstabilität", die zu Abweichungen von der Kugelgestalt der Blase und schließlich zu ihrer Zerstörung führt, sowie eine „Bjerknes-Instabilität“. Letztere bedeutet, dass der Blasenfallmittelpunkt für kleine Störungen Positionsinstabil wird, d.h. die Blase wird aus dem Zentrum (hohen Anregungsdrucks) nach außen verschoben. Rechnungen und Experimente zeigen, dass bei abgesenktem statischem Druck offenbar die Bjerknes-Instabilität zuerst erreicht wird und daher beobachtbar ist. Bei Normaldruck dagegen wird die Blase in der Regel zuerst durch die Oberflächeninstabilität zerstört, und die Bjerknes-Instabilität bleibt unbeobachtbar.

Do. 14:35 Uhr Raum H 80

Kavitation II

**Elastic constant of langasite-type crystals determined by acoustic mode dispersion**

Chilla, E., C. M. Flannery, H.-J. Fröhlich, U. Straube

*Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, AG Nanoakustik, Berlin*

Single crystals of compounds with CGG-type structure have recently been intensively discussed as promising new materials for surface acoustic wave (SAW) devices. Since these crystals belong to the same trigonal crystal class as quartz, similar acoustic properties are expected. In particular, temperature compensated crystal cuts were predicted where the phase velocity of the SAW is almost independent of temperature variation. Three additional advantages of these new materials have been discussed so far: (i) The piezoelectric moduli are about three times larger than for quartz. Hence, a moderately high electromechanical coupling coefficient is expected, which increases bandwidth and decreases insertion loss of SAW filters. (ii) The SAW phase velocity is lower than for quartz. Since the finger width of interdigital transducers (IDTs) for SAW generation depends on the acoustic wavelength, SAW devices on CGG-type substrates potentially have smaller sizes. (iii) In contrast to quartz CGG-type crystals show structural stability up to the melting point. This offers the opportunity of SAW application at elevated temperatures, especially in sensing devices. We have determined the elastic constants of langasite-type crystals from measurements of the sound velocity of acoustic waves. Starting with the elastic tensor determined from bulk acoustic waves we optimized the data set by investigating the influence of the elastic tensor components on the angular dispersion of surface guided waves. Phase velocity calculations based on the new set of constants show an increased agreement with experimental data compared to the data set derived from bulk waves and previously published material data.

Do. 15:00 Uhr Raum H 80

Kavitation II

**Single electron transport by surface acoustic waves**

Ebbecke, Jens, Klaus Pierz, Franz J. Ahlers

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

The ampere, one of the base units of the international system of units (SI), can up to now not be traced back to quantum standards. In the last couple of years research has been focused on the investigation of single-electron devices to achieve this goal. In these devices, an electron of charge  $e$  is transported with the frequency  $f$  and a current given by  $I=e \cdot f$  is produced.

In single-electron tunnelling (SET) devices the current is limited to a few picoamperes. However, high frequency Surface Acoustic Waves can also be used to transfer the electrons. This increases the current by two orders of magnitude. In the GaAs devices studied at PTB, an applied high frequency in the Giga-Hertz range produces a surface acoustic wave (SAW) by means of the piezoelectric effect. The associated propagating modulation of the electrostatic potential near the surface can act as a microscopic 'scoop' which transports single electrons with the speed of sound through a narrow constriction of a two-dimensional electron gas. The quantization is not perfect, however. The experimentally observed steps of constant current exhibit a finite slope. The measured uncertainties of around  $10^{-4}$  which are insufficient for metrological applications. While theoretically the achievable precision is discussed most controversially, the key focus of the experimental work is on identifying the error mechanisms of the transport. We present an overview of this interesting effect and describe the status of PTB's current research in this field.

Do. 13:20 Uhr Raum H 90

Musikalische Akustik

### **Sound quality preference of violin tones and its directional dependence**

Otcenasek, Z., Stepanek, J.

*Sound Studio of the Faculty of Music, Academy of Performing Arts Prague, Praha, Czech Republic*

The goal of this study is to describe the directional dependence of sound quality preferences of violin tones. The psychoacoustic listening tests were provided to find preferred sound in space surrounding the instrument. This space was scanned using 98-microphone position method, described in [1]. Only the tones played on free violin strings (G3, D4, A4, and E5) were used for the reduction of musician influence. Preferred areas shapes are marked in graphical form and discussed.

Do. 13:45 Uhr Raum H 90

Musikalische Akustik

### **Experimentelle und FE-Untersuchung der Schwingungen von Gongs**

Fleischer, Helmut

*Institut für Mechanik, Universität der Bundeswehr München*

Nach dem Anschlagen zeigt der asiatische Buckelgong ein Klangspektrum, das nur schwache harmonische Strukturen aufweist und zahlreiche nicht-harmonische Teiltöne enthält. Trotzdem ruft der Klang die Empfindung einer Tonhöhe hervor. Darüber hinaus wird eine Schwebung beobachtet, die als Schwankungsstärke wahrgenommen wird und

den Klang lebendig erscheinen lässt. Anhand eines Beispiels werden typische Schwingungsbilder mit den zugehörigen Frequenzen präsentiert, die auf mehrerlei Arten ermittelt worden sind: Ausgangspunkt für die experimentelle Untersuchung sind Schwingungsdaten, die mit dem Laser-Vibrometer aufgenommen wurden. Diese werden im ersten Schritt direkt anhand der gemessenen Übertragungsfunktionen ausgewertet und als Betriebsschwingungsformen dargestellt. Dieselben Messergebnisse werden im zweiten Schritt einer zusätzlichen Modalanalyse unterzogen. Im dritten Schritt wird eine numerische Schwingungsuntersuchung mittels der Methode der Finiten Elemente (FEM) durchgeführt. Die experimentellen und numerischen Ergebnisse werden verglichen und mögliche Ursachen der Schwebungserscheinungen diskutiert.

Do. 14:10 Uhr Raum H 90

Musikalische Akustik

### **Zur objektiven Beurteilung von Klavieren**

Ziegenhals, Gunter

*Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota*

In einem dem Vortrag zugrunde liegenden Projekt wurden 12 Klaviere anhand von 27 aus Messungen abgeleiteten Merkmalen bewertet. Die Mehrzahl der Merkmale bewertet den im Ergebnis definierter, mechanischer Ansätze abgestrahlten Schall von Einzeltönen. Die Aufnahme der Messwerte erfolgte während der Ansätze bzw. anhand von DAT-Aufzeichnungen. Fünf Merkmale bewerten die spieltechnischen Parameter Tastenniederdruckkraft und Repetitionsfähigkeit. Der Vortrag beschreibt die Merkmale und diskutiert sie anhand eines Vergleiches mit den Ergebnissen subjektiver Tests, Hörtest (57 Testpersonen) und Spieltest (29 Testpersonen), die an der gleichen Instrumentenstichprobe vorgenommen wurden.

Do. 14:35 Uhr Raum H 90

Musikalische Akustik

### **Der Einschwingvorgang verschiedener Prinzipalorgelpfeifen**

Bergweiler, Steffen 1, Görne, Thomas 2; Zscherpel, Detlef 3

*1 UP Transfer GmbH - Universität Potsdam, 2 Görne Akustik Berlin, 3 Alexander Schuke Potsdam - Orgelbau GmbH*

Im historischen Orgelbau war das Ausdünnen der Wände des Rohrresonators von prinzipalen Orgelpfeifen eine weit verbreitete Technik zur Gestaltung des Klanges. Messungen an je 10 Orgelpfeifen, die sich nur in diesem Ausführungsmerkmal unterscheiden, liefern Ergebnisse mit einer guten statistischen Sicherheit. Die Messungen wurden einer Fourieranalyse zur Beschreibung von Unterschieden im eingeschwingenen Zustand unterzogen. Eine kontinuierlichen Wavelettransformation des Messsignals liefert sehr fein aufgelöste Aussagen über Frequenz- und

Zeitverläufe der Klangbestandteile während des Einschwingvorganges. Die aus diesen Signalbetrachtungen abgeleiteten Aussagen wurden mit psychoakustischen Hörtest auf ihre Bedeutung für den Hörer überprüft.

Do. 15:00 Uhr Raum H 90

Musikalische Akustik

### **Einfluß von Winddruckänderungen auf den Klang der Orgelpfeifen**

Angster, J., Pitsch, S.; N. Zagyva; Miklós, A.

*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Bei Pfeifengeln treten oft klangliche Probleme auf, die durch statische oder dynamische Druckänderungen im Windsystem verursacht werden. Diese Probleme wurden systematisch im Rahmen eines durch die Europäische Kommission unterstützten Forschungsprojekts untersucht. Es wird über statische und dynamische Messungen zum Einfluß von Winddruckänderungen auf den Klang der Lippenorgelpfeifen berichtet.

Do. 13:20 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VII

### **Einsatz von Diskretisierungsmethoden zur Berechnung von Reifen-Fahrbahngeräuschen**

Petersen, Steffen, Otto von Estorff

*Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Mechanik*

Das Vorbeifahrgeräusch von Kraftfahrzeugen wird schon bei relativ geringen Geschwindigkeiten hauptsächlich vom Reifen-Fahrbahngeräusch bestimmt. Hier liegt daher ein besonders großes Potential im Hinblick auf die Lärmreduzierung des Fahrzeugs und die Erhöhung des Fahrkomforts. Bei der Untersuchung des akustischen Verhaltens von Reifen werden seit einiger Zeit Diskretisierungsmethoden wie die FEM und die BEM erfolgreich eingesetzt. Auf diese Weise ist es möglich, schon in einem sehr frühen Entwurfsstadium konkrete Aussagen zu den akustischen Eigenschaften des Systems Reifen/Straße zu machen, ohne dass ein Prototyp existieren muss. In dem vorliegenden Beitrag wird ein Modell zur Berechnung von Reifen-Fahrbahngeräuschen vorgestellt, das auf der Methode der Finiten Elemente beruht. Hierbei wird zunächst das Schwingungsverhalten des Reifens mit Hilfe von detaillierten FE-Modellen untersucht. Die Schwingungsdaten werden dann als Eingangsgrößen in das akustische Modell übernommen. Die Analyse der Schallabstrahlung des Systems erfolgt vorzugsweise mit halbunendlichen Finiten Elementen, da diese, gegenüber Boundary Elementen, deutlich bessere Möglichkeiten bei der Berücksichtigung von Nichtlinearitäten und Inhomogenitäten bieten.

Do. 13:45 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VII

**Abrollgeräusche und Gebrauchseigenschaften moderner Nutzfahrzeugreifen**Stenschke, Reiner, Peter Vietzke*Umweltbundesamt*

Nach Veröffentlichung aktueller Ergebnisse hinsichtlich Umwelt- und Gebrauchseigenschaften moderner Pkw-Reifen bei der DAGA 2000 liegen jetzt entsprechende Daten für Nutzfahrzeugreifen vor.

An 32 aktuellen und marktrelevanten Reifentypen verschiedener Hersteller wurden in den gängigen Reifendimensionen für Lkw und Omnibusse Abrollgeräusch, Rollwiderstand sowie das Nassbremsverhalten sowohl an Lenkachs- als auch an Antriebsreifen ermittelt.

Neben der Darstellung der Messwerte selbst werden auch die Zusammenhänge zwischen Abrollgeräusch und Nassbremsverhalten sowie zwischen Rollwiderstand und Nassbremsverhalten dargestellt. Damit wird die Frage beantwortet, ob rollwiderstandsarme bzw. lärmarme Nutzfahrzeugreifen schlechtere Nassbremseigenschaften haben oder nicht.

Die Messergebnisse sind eine wichtige Grundlage zur Fortschreibung der EU-Vorschriften zur Begrenzung der Abrollgeräusche sowie für die Diskussion zur Festlegung verschärfter Anforderungen, z.B. für das Umweltzeichen.

Abschließend wird auch dargestellt, welches Kraftstoffeinsparungspotential sich bei Verwendung rollwiderstandsarmer Nutzfahrzeugreifen ergibt.

Do. 14:10 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VII

**Darstellung und Beurteilung von Rollgeräusch-Anteilen**Nentwich, Fred \*, \*\*, Finsterhölzl, Herbert\*, Fastl, Hugo \*\**\* BMW Group, \*\* Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, München*

Das Fahrgeräusch trägt neben Schwingungskomfort und Fahrdynamik wesentlich zur Entstehung des subjektiven Fahrgefühls bei. Um das Fahrzeug-Innengeräusch zu gestalten, können eine Vielzahl konstruktiver Maßnahmen ergriffen werden. Um die meistversprechenste auszuwählen, muß ihre Wirkung auf Qualität und Effektivität hin abgeschätzt werden. Dazu empfiehlt es sich, das Innengeräusch im Zeitbereich nach seinen Quellen und Transferpfaden zu differenzieren. Die einzelnen Anteile können dann getrennt auralisiert werden und ermöglichen dadurch eine Untersuchung ihrer psychoakustischen Relevanz und Akzeptanz.

In dieser Arbeit werden Rollgeräusch-Anteile synthetisiert. Diese besitzen ausgeprägte Radordnungen, welche sich durch Frequenz, Amplitude und Phasenlage beschreiben lassen. Es wurden zwei Verfahren entwickelt, die ein Geräusch gleichen Leistungsspektrums erzeugen. Beide arbeiten mit einer Ersatzanregung und einem zeitvarianten Filter. Diese Filter werden aus den Spektren der Innengeräusch-Anteile abgeleitet. Die Filterkoeffizienten werden in Abhängigkeit vom Geschwindigkeits-Zeitverlauf ausgewechselt. Das erste Verfahren arbeitet mit weißem Rauschen. Sowohl die Frequenz- als auch die Amplitudeninformation ist im Filter enthalten. Im zweiten Verfahren beinhaltet das Filter die Amplitudeninformation, während die genaue Frequenzinformation in der Ersatzanregung enthalten ist. Dazu dient ein komplexer harmonischer Ton mit Zufallsphase. Zur Validierung wurden die Synthesen einer Messung gegenübergestellt und exemplarisch nach objektiven und subjektiven Kriterien verglichen.

Do. 14:35 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VII

### **Fahrzeugtyperkennung mit neuronalem Netz und lernender Vektorquantisierung - ein Vergleich**

Altman, Jürgen,\* Sergey Linev,\* Peter Vykoupil+

\* *Bochumer Verifikationsprojekt, Institut für Experimentalphysik III, Ruhr-Universität Bochum, + Moers*

Im Rahmen des Bochumer Verifikationsprojekts wurden im Herbst 2000 akustische und seismische Signale militärischer Fahrzeuge gemessen (4 Fahrbahnen, 5 Ketten-, 5 Radfahrzeuge, je ca. 60 Durchfahrten zwischen zwei Messstationen mit etwa 100 m Abstand). Zur möglichst invarianten Beschreibung des akustischen Fahrzeugsignals wurden die relativen Leistungen bei den ersten 15 Harmonischen der Motorgrundfrequenz bestimmt, das gelang bei 4+4 Fahrzeugen (Altman/Linev/Weiß DAGA' 01). Zur Fahrzeugtyperkennung wurden von jeder Durchfahrt 10 aufeinanderfolgende Spektren um die Zeit des stärksten Signals verwendet: 7 zum Lernen, 3 zum Testen, insgesamt etwa 4500 Datensätze. Erkennung - nach Ketten- und Radfahrzeugen getrennt - wurde durchgeführt mit einem neuronalen Netz (1 Zwischenschicht) sowie lernender Vektorquantisierung (mit verschiedenen Anzahlen repräsentativer Vektoren pro Musterklasse). Wir vergleichen die Leistungsfähigkeit beider Verfahren unter Variation wichtiger Parameter sowie ihren Rechenaufwand.

Do. 15:00 Uhr Raum H 20

Fahrzeugakustik VII

### **Kurvenquietschen im Rangierbahnhof**

Jäger, Stefan\*, Rudolf Liegl\*\*

\* *Deutsche Bahn AG*, \*\* *Möhler + Partner*

Das Kurvenquietschen ist nicht nur auf der freien Strecke ein lästiges Schallereignis, sondern auch in Rangierbahnhöfen (Rbf), z.B. in den engen Gleisradien vor den Richtungsgleisen. Bei akustischen Berechnungen von großflächigen Bahnanlagen (zu denen auch die Rbf zählen) nach der 16. Bundesimmissionschutzverordnung und dem darin festgelegten Berechnungsverfahren "Akustik 04" wurde in vielen Fällen festgestellt, dass der Schallanteil dieses Schallereignisses oftmals pegelbestimmend an einigen Immissionsorten ist. Deshalb wurden Maßnahmen gesucht, die das z. T. sehr lästige Kurvenquietschgeräusch vermeiden bzw. verringern. Der Vortrag stellt mit dem Schmieren der Schienenfahrfläche eine erfolgreiche Methode zur Verringerung der Kurvenquietschgeräusche vor. Dabei wird auf die Fahrfläche ein dünner Film eines speziellen Schmiermittels aufgetragen. Die hierfür entwickelte Vorrichtung wird auf den Abdrückloks im Rbf installiert und durch Lichtschranken gesteuert. Es wird die Versuchsdurchführung geschildert und es werden die Ergebnisse aus den akustischen Langzeitmessungen dargelegt.

Do. 13:20 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden II

### **Schalldruckberechnung an Strukturen unter direkter Nutzung eines gegebenen FE-Struktur-Netzes**

Schneider, S., S. Marburg, H.-J. Hardtke

*Institut für Festkörpermechanik, Technische Universität Dresden, Dresden*

Im Zuge des verstärkten Umweltschutzes gewinnen Schallfeldberechnungen mehr und mehr an Bedeutung. Vor allem für Außenraumprobleme bietet sich zur Berechnung die Randelementemethode an. Diese liefert in ihrer Standardformulierung vollbesetzte Matrizen, was ihren Einsatz auf Probleme mit relativ wenigen ( $< 10.000$ ) Unbekannten reduziert. In der Regel liegen für die zu berechnenden Strukturen bereits FE-Netze vor. Natürlicherweise haben diese eine sehr hohe Anzahl ( $\gg 10.000$ ) an Unbekannten. Mit den von uns verwendeten sogenannten Schnellen Verfahren sind wir in der Lage diese Oberflächennetze und die darauf gegebenen Randbedingungen direkt einer Schalldruckberechnung mittels Randelementemethode zuzuführen.

Do. 13:45 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden II

**Modellierung von Oberflächenwellen bei Ultraschallwandlerarrays mit dem Transmission Line Matrix Verfahren**Wilde, Andreas*Fraunhofer Institut f. Integrierte Schaltungen, Außenstelle EAS*

Bei zweidimensionalen Arrays von kapazitiven Ultraschallwandlern kann es zur Erzeugung von Oberflächenwellen kommen, die eine relative lange Abklingzeit haben und das aufgenommene Signal im Mikrofonbetrieb erheblich stören können. Um Maßnahmen zur Unterdrückung dieser Störungen effizient entwickeln und testen zu können, wurde ein Modell eines Wandlerarrays und des umgebenden Fluides mit dem Transmission Line Matrix Verfahren erstellt. Für eine zweidimensionale Anordnung wurden Vergleichsrechnungen mit FEM-Verfahren durchgeführt, die die Gültigkeit des Ansatzes bestätigen. Aufgrund der außerordentlich hohen Recheneffizienz des TLM-Verfahrens können auch sehr große 2 dimensionale oder 3 dimensionale Gebiete mit moderaten Ausmaßen auf einem PC berechnet werden.

Do. 14:10 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden II

**Strukturakustische Optimierung von Platten und Schalen**Fritze, Denny, Steffen Marburg, Hans-Jürgen Hardtke*TU Dresden, Institut für Festkörpermechanik*

Mit der Entwicklung schneller numerischer Verfahren bietet sich die Möglichkeit, die Schallabstrahlung von Platten und Schalen in den Außenraum effizient zu bestimmen. Um die Konstruktion leiser Bauteile zu ermöglichen, kann somit die Schallabstrahlung simuliert werden. Wird die Geometrie der Schale modifiziert, kann diese Struktur hinsichtlich einer minimalen abgestrahlten Schalleistung optimiert werden. Hierzu werden Konzepte der Parametrisierung entwickelt. Man unterscheidet grundsätzlich die geometriebasierte Parametrisierung und die direkte Modifikationen des Finite-Elemente-Modells. Soll die abgestrahlte Schalleistung als akustische Größe bewertet werden, müssen für die Optimierung Zielfunktionen unter bestimmten Kriterien definiert werden. Einerseits soll die Optimierungsrechnung leicht handhabbar bleiben und zum anderen müssen konstruktiv sinnvolle Ergebnisse erzielt werden können. Für den Konstrukteur solcher Bauteile (z.B. Karosseriebleche) werden somit Richtlinien geschaffen, die es ihm ermöglichen, in einer frühen Entwicklungsphase die akustische Qualität seiner Konstruktion einzuschätzen und gezielt zu beeinflussen.

Do. 14:35 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden II

**Berechnung der Abstrahlung eines Plattenstreifens durch Lösung des gemischten Randwertproblems**Volz, Rudi, Michael Möser*Technische Universität Berlin, Institut für Technische Akustik*

Wird die Abstrahlung eines Plattenstreifens bei bekannter Schnelleverteilung auf der Oberfläche durch Verwendung des Rayleigh'schen Strahlungsintegrals angenähert, so wird im Bereich außerhalb des Streifens die Schnelle zu Null gesetzt. Dies entspricht anschaulich dem Einfügen des Plattenstreifens in eine unendlich große schallharte Wand. Dabei findet die akustische Kopplung zwischen Vorder- und Rückseite über den Rand des Plattenstreifens 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 Radscheibe überschätzt.

Ein neuer Ansatz behebt diesen Fehler. Bei dünnen Streifen kann aus Symmetriegründen von einem Schalldruck  $p=0$  in der Ebene außerhalb des Plattenstreifens ausgegangen werden. Damit liegt ein gemischtes Randwertproblem vor, bei dem außerhalb des Plattenstreifens der Druck und innerhalb des Streifens die Schnelle vorgegeben ist. Zur Lösung des Problems wird der obere Halbraum in zwei Teilräume aufgeteilt, an deren Grenzfläche Druck und Schnelle übereinstimmen müssen. Die Ergebnisse werden in Form der Richtcharakteristik im Fernfeld bei verschiedenen Frequenzen vorgestellt und mit dem Rayleigh-Verfahren verglichen.

Do. 15:00 Uhr Raum H 70

Numerische Methoden II

**Nonlinear Acoustic Technique For Crack Detection**Didenkulov, I.N., V.V. Chernov, S.A. Lobastov\*, A.A. Stromkov*Institute of Applied Physics, Nizhny Novgorod, Russia \*Russian Federal Nuclear Center - VNIIEF, Sarov, Nizhny Novgorod Region, Russia*

It has been relatively recently known that cracks have high nonlinear elasticity. It causes different nonlinear acoustic responses such as higher harmonics generation or nonlinear modulation of an ultrasound wave passing through or reflected from a crack by low frequency vibrations of a testing object. These effects are used for the development of methods of nonlinear acoustic nondestructive evaluation (NANDE).

Simple NANDE technique can be used for detection of damaged objects. However, such technique cannot give information on crack location. Advanced methods allow one to measure crack position. In this paper methods of crack detection and location are considered. They are based on modulation of high-frequency acoustic waves passed through the crack by low-frequency vibrations of testing object. Location techniques are based on modulation of acoustic pulses reflected from a crack. Experimental examples demonstrate that the nonlinear acoustic techniques can be effective for nondestructive testing of different objects.

Do. 13:20 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen III

### **Auswirkungen von Fluglärm auf das Sozial- und Kommunikationsverhalten betroffener Anwohner**

Schmaus, I., Höger, R., Felscher-Suhr, U. & Schreckenber, D.  
*ZEUS GmbH*

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zu Fluglärmwirkungen am Frankfurter Flughafen wird die Beziehung zwischen physikalischen Belastungen und verschiedenen Aspekten interpersonellen Verhaltens untersucht. Hierzu werden für drei Teilprojekte Beobachtungs- sowie Befragungsinstrumente entwickelt und auf Anwendbarkeit und Messgenauigkeit im Feld geprüft. In der sozialpsychologischen Literatur werden Befunde berichtet, wonach Lärm die Aggressionsbereitschaft erhöht und die Auftretenswahrscheinlichkeit prosozialen Verhaltens verringert. Größtenteils stammen diese Ergebnisse aus Laborexperimenten und standen nicht im Zusammenhang mit Fluglärm. Im ersten Teilprojekt werden Art und Häufigkeit prosozialen als auch aggressiven Verhaltens von Schulkindern unterschiedlich lärmbelasteter, aber ansonsten vergleichbarer Schulen verglichen. Im zweiten Teilprojekt soll der Einfluss von Fluglärm auf die nachbarschaftliche Kommunikation und Interaktion ermittelt werden. Vereinzelt Befunde weisen darauf hin, dass in dichter besiedelten und stärker befahrenen Straßenzügen eine größere nachbarschaftliche Distanz besteht. Im Zusammenhang mit Fluglärm interessiert neben der Distanz-Nähe-Problematik auch das Auftreten von Kommunikationsstörungen bei aktuellen Überflugereignissen sowie deren kurz- und längerfristige Auswirkungen auf die sozialinteraktive Struktur des Wohngebiets. Im letzten Teilprojekt wird die Bedeutung von fluglärmbedingten Kommunikationsstörungen für die Kommunikation und Interaktion zwischen Kleinkind und Aufsichtsperson untersucht. Neben Art, Dauer und Auftretenshäufigkeit von Kommunikationsanlässen wird die prosodische Struktur der Sprache analysiert, um lärmbedingte Veränderungen des Sprechens zu identifizieren. Im vorliegenden Beitrag wird über den Stand der Untersuchungen, das Untersuchungsdesign sowie Probleme bei der Auswahl der Untersuchungsgebiete berichtet.

Do. 13:45 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen III

**Physiologische Reaktionen als Indikator der Geräuschqualität von Straßenverkehr**

Notbohm, Gert, Sieglinde Schwarze

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

Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise) wird u. a. nach Deskriptoren gesucht, mit denen sich die erlebte Geräuschqualität von typischen Verkehrsgeräuschen beschreiben und differenzieren lässt. In einem Laborexperiment mit 24 Versuchspersonen wurden dazu physiologische Reaktionen (periphere Durchblutung, Herzfrequenz, Hautleitfähigkeit, elektrische Muskelaktivität) und subjektive Bewertungen (Fragebögen) bei der Darbietung von acht verschiedenen Straßenverkehrsgeräuschen erfasst. Dabei handelte es sich um jeweils 4-minütige Aufnahmen von Pariser Stadtstraßen, die nach Kriterien wie Fahrzeugaufkommen pro Stunde, durchschnittlichem Fahrtempo, Kontinuität des Verkehrs und Art der Bebauung ausgesucht worden waren. Obwohl die Schallintensität aller Aufnahmen auf einen ähnlichen Leq von etwa 83 dB(A) angeglichen wurde, zeigten sich im paarweisen Vergleich ähnlicher Verkehrssituationen (z. B. zwei Straßen mit gleicher Verkehrsdichte, aber unterschiedlicher Bebauung oder zwei Straßenkreuzungen mit Verkehrsampel vs. Kreisverkehr) deutliche Unterschiede in den physiologischen und subjektiven Reaktionen auf die Geräusche. Zwischen den physiologischen Messungen und erfragten Bewertungen ergaben sich insgesamt hohe Übereinstimmungen, so dass sich beide Messbereiche gegenseitig validieren und als geeignete Methoden erweisen, um auch differenzierte Aussagen zur erlebten Qualität von Verkehrsgeräuschen zu treffen. Demnach lassen sich einzelne Geräuschsituationen auf physiologischer Ebene durch bestimmte Reaktionsmuster und auf subjektiver Ebene z. B. durch Faktorenkonstellationen beschreiben. Inwieweit sich ein solches "Geräuschprofil" plausibel mit akustischen Deskriptoren verbinden lässt, ist noch zu untersuchen.

Do. 14:10 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen III

**Untersuchungen zum Einfluß der räumlichen Schallfeldverteilung auf die Lästigkeit gleichzeitig präsentier Schallereignisse**

Fedtke, Thomas, Joos Vos

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig / TNO Human Factors, Soesterberg, Niederlande*

In vielen Fällen setzen sich lästige Schallereignisse aus den Beiträgen mehrerer Quellen zusammen. Das können sowohl feststehende (z.B. Kettensäge) als auch sich bewegende (z.B. Straßenverkehr) Quellen sein. Es kann angenommen werden, daß die Lästigkeit solcher zusammengesetzter Schalle von der räumlichen Verteilung der Quellen abhängt. Beispielsweise könnten an verschiedenen Positionen (vorn und hinten oder rechts und links) befindliche Schallquellen lästiger erscheinen als an der selben Position konzentrierte Quellen. Um Aussagen zu dieser Hypothese zu erhalten, wurden in einer Labor-Untersuchung Versuchspersonen in einem synthetischen Schallfeld mit solchen räumlichen Schallereignissen konfrontiert und bezüglich ihrer Lästigkeitsbewertung befragt. Über die Ergebnisse wird berichtet.

Do. 14:35 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen III

**Zur Berechnung psychoakustischer Größen mehrerer Schallquellen**

Klemenz, Martin, Janina Fels

*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen, Aachen*

Die Lästigkeit eines Geräuschs lässt sich zwar nicht hinreichend, aber zumindest näherungsweise durch psychoakustische Größen beschreiben, z.B. durch Lautheit, Schärfe, Rauigkeit und Tonhaltigkeit, wobei diese Größen nur die physikalisch messbare, nicht aber die kognitive Dimension eines Geräuschs repräsentieren.

Eine wichtige Frage ist hierbei, wie sich diese Größen bei einer Ansammlung mehrerer Signale verhalten. So ist zu klären, ob für die Addition zweier Mono-Signale mit gleicher Lautheit, aber z.B. unterschiedlicher Schärfe ein Erwartungswert für die Gesamtschärfe formuliert werden kann. In diesem Zusammenhang wurden Simulationen mit einer Vielzahl von synthetischen stationären Geräuschen durchgeführt. Die Ergebnisse lassen sich in vielen Fällen anhand von signaltheoretischen Parametern erklären.

Ebenso wurden Hörversuche durchgeführt, um den Einfluss der räumlichen Position zu diskutieren. So können zwei eng nebeneinander liegende Quellen noch als Mono-Summensignal aufgefasst werden; bei größeren Positionsunterschieden ist jedoch zu erwarten, dass die Gesamtlästigkeit eher anhand der Einzelsignale beurteilt wird.

Do. 15:00 Uhr Raum H 40

Lärmwirkungen III

**Prävention subjektiver Störgeräusche**Blumschein, Eckard*Institut f. Elektronik, Signalverarbeitung u. Kommunikationstechnik,  
Guericke-Universität-Magdeburg*

Allein in Deutschland leiden Millionen Menschen darunter, dass es in ihren Ohren klingelt oder brummt. Andere empfinden tieffrequente Geräusche viel lauter als ein Normalhörer. Obwohl der permanente Tinnitus mit endgültigen Innenohrschäden korreliert und von Langner physiologisch weitgehend aufgeklärt wurde, lässt auch er sich kaum anders als über die Psyche einigermaßen behandeln. Die Anzahl erheblich Betroffener wächst. Deshalb wurde nach Wegen zur Prävention solcher Beschwerden gesucht. Vielerlei Anzeichen sowie Studien von Todd belegen eine wesentliche Gemeinsamkeit. Trotz signifikanter Unterschiede können alle drei Leiden mittelbare oder direkte Folgen suchtähnlichen Umgangs mit tieffrequentem Schall sein. Dies gilt nicht nur für Hörschäden im Hochtonbereich infolge des Genusses lauter Musik sondern auch für umgekehrte Gefühle bei der Belästigung durch tieffrequentes Brummen. Einfache Experimente zeigen, warum es auch bei Einhaltung gültiger Pegelgrenzwerte massenhaft zu vehementen Klagen kommt. Es ist somit erforderlich und auch schon möglich, Maßnahmen zur Prävention einzuleiten. Unzweifelhaft gehört dazu eine stärkere Bewertung von Quellen komplexer Geräusche unter Gesichtspunkten wie ihrer Fernwirkung und dem zu erwartenden Verhalten exponierter Personen. Hinweise von Manger zu Beschallungs-Praktiken sind umzusetzen. Aspekte der Raumakustik müssen im Eigenheimbau besser berücksichtigt werden. Die Lehrer sollen ein ausreichendes Verständnis der unersetzlichen Qualität unserer Sinnesorgane vermitteln bis hin zur Schutzfunktion des Stapediusreflexes und typischen Spätfolgen jugendlichen Leichtsinns. Experten wie Bellmann und Møller haben sich mit begrenztem Erfolg darum bemüht, die erhebliche Streuung von bei tiefer Frequenz gemessenen Hörschwellen einzuschränken. Möglicherweise geht das Problem auf eine Nichtlinearität apikaler Haarzellen zurück. Spitze-Spitze-Werte wären dann für komplexe Tieftöne ungeeignet.

Do. 13:20 Uhr Raum H 40 Lautst. von Beschallungsanlagen II

**Unterscheiden sich vergleichsweise Raumklang- und Stereokopfhörer auch in subjektiven Parametern wie der Abhörlautstärke sowie Klangfarbe?**

König, Florian M.

*ULTRASON AG, Penzberg*

In den letzten gut zehn Jahren wurden vermehrt diverse Verfahren zur Erzeugung von Raumklang mittels Kopfhörern eingeführt, welche entweder per digital-binauralem Signalprozessing oder Passivmaßnahmen (DAGA '91) am Kopfhörer arbeiten. Grundlagen hierfür schufen u.a. Untersuchungen um die menschliche Zuhörernachbildung in Gestalt sogenannter Kunstkopfsysteme. Im Falle der Wiedergabe von üblichen Stereotonkonserven via Standardkopfhörer reduziert sich dies vornehmlich auf ein im Kopf lokalisiertes (IKL) Mono-/Stereoklangempfinden. Überraschender Weise hat sich herausgestellt, dass anhand der Außer-Kopf-Lokalisation (AKL) plus Entfernungswahrnehmung, vergleichsweise gegenüber einer IKL, nicht nur die kopfbezogene, natürlich-räumlichere Tonempfindung einher geht, sondern psychoakustische Effekte auftreten. Dazu gehören Lautstärkeunterschiede zwischen Stereohörereignissen mit IKL und AKL, Variation der subjektiv eingestellten Abhörpegel für laterale bzw. monomittigen Schallreizen (vgl. mit und ohne Hörereigniselevation) sowie empfundene, zeitbegrenzte Klangfarbenverfälschungen bei periodisch-impulshaften, diotisch/dichotischen Rauschsignal-Darbietungen. Für die zugehörigen Versuche standen ausschließlich veränderbare Kopfhörerpegel zwischen dem linken und rechten sowie Stereosummenkanal zur Verfügung, weshalb die Tonsignalversorgung der Versuchskopfhörer keine spektrale Veränderung erhielt. Es wird die These aufgestellt, dass jeweils ein unverzerrter, neutraler Kopfhörerklang sowie eine natürlich-räumliche Tondarbietung zur Reduktion von Abhörpegeln beitragen kann; Stichwort „Gehörschonung“. Als ergänzender Hintergrund des Beitrages ist die Existenz minderwertiger, portabler Stereoabspielgeräte mit preiswerten Kleinstkopfhörern oder auch die unnatürlich-schmalbandige (300 Hz - 3400 Hz), kopfbezogene Dauerbeschallungen im Bereich der Telekommunikation (s. Call-Center) mit IKL zu erwähnen, welche eventuell das Faktum AUDIOSHOCK auslöste.

---

Do. 13:45 Uhr Raum H 40 Lautst. von Beschallungsanlagen II

---

### **Zu Schallpegeln am Kopf - Grenzwerte für qualitatives Abhören**

Völker, Ernst-Joachim, Wolfgang Teuber

*IAB Oberursel Institut für Akustik und Bauphysik, Oberursel*

Höchstzulässige Schallpegel am Kopf sind zum Schutz vor Hörschäden festgelegt. Dieses gilt für Arbeitsstätten ebenso wie für Anlagen, bei denen die Betreiber oder Hersteller Schallpegel am Kopf erzeugen, die zu Hörschäden führen können. In den vergangenen Jahrzehnten stellte sich immer wieder die Frage, ob durch Musizieren in einem Orchester oder durch Abhören in Regieräumen eine unzulässige Überschreitung der Grenzwerte vorliegt. Mit Hilfe von Pegelstatistiken über mehrere Tage konnte das Verhältnis von Spitzenpegeln zu Mittelungspegeln oder zu Beurteilungspegeln festgestellt werden. Untersuchungen liegen auch über Schallpegel von Tanzmusik vor. Eigene Untersuchungen von Pop- und Rockgruppen im Studio und beim Abhören im Regieraum führten zu erheblich höheren Belastungen der Musiker und Toningenieure. Der Schallpegel großer Orchester im Konzertsaal wird in die Untersuchungen einbezogen. Es kann festgestellt werden, daß die Grenzwerte von 85-90 dB (A) für einzelne Zeitabschnitte, aber auch für Beurteilungspegel deutlich überschritten werden.

---

Do. 14:10 Uhr Raum H 40 Lautst. von Beschallungsanlagen II

---

### **Aspekte einer modernen Stadionbeschallung**

Ahnert, Wolfgang

*ADA Acoustic Design Ahnert, Berlin*

Aufgaben einer modernen Stadionbeschallung sind neben der klassischen Situation der Sicherstellung von absolut verständlichen Durchsagen insbesondere im Havariefall zunehmend neue Features:

- Eventbeschallung von Sportereignissen,
- „Begleitton“ für Videowandübertragungen,
- Unterstützung von Rock- und Popkonzerten bei Einsatz einer Fremdbeschallung,
- Beschallung von Sonderveranstaltungen.

Dabei steht die nutzerspezifische Beschallungsqualität im Stadioninnern im Mittelpunkt der Betrachtung. Gegenteilige Ergebnisse werden jedoch außerhalb des Stadions erwartet, da hier eine umliegende Wohnbebauung auf der Grundlage der gesetzlichen Vorschriften niedrige Immissionspegel erwarten darf. Alle diese Gesamtanforderungen stehen konträr zueinander. Der Beitrag soll die Zusammenhänge deutlich machen.

---

Do. 14:35 Uhr Raum H 40 Lautst. von Beschallungsanlagen II

---

### **Beschallungskonzepte für Freiluftveranstaltungen unter Beachtung des Immissionsschutzes**

Roy, Axel

*c/o Akustik Bureau Dresden, Dr. Roy + Dr. Ederer GbR, Dresden*

Auf der Basis einer Vielzahl eigener Messergebnisse sowie Literaturrecherchen wird zunächst ein Überblick über heute übliche Schalldruck- und Schalleistungspegel von Beschallungsanlagen bei verschiedenen Arten von Freiluftveranstaltungen gegeben. Aus den daraus abzuleitenden Beurteilungspegeln an Immissionsorten, z.B. benachbarten Wohnbauten, wird die Problematik heutiger Veranstaltungspraktiken in Bezug auf den Schallimmissionsschutz verdeutlicht. Durch Vergleich verschiedener Beschallungskonzepte werden Möglichkeiten zur Verringerung der Immissionspegel in der Nachbarschaft bei gleichen Versorgungspegeln im Zuhörerbereich aufgezeigt.

---

Do. 15:00 Uhr Raum H 40 Lautst. von Beschallungsanlagen II

---

### **Gehörbelastung der Besucher von Freiluft-Musikfestivals**

Hohmann, Beat, Tina Billeter, Vlasta Mercier

*Suva, Bereich Akustik, Luzern; ETH, Zürich; BAG, Bern*

Seit 1996 begrenzt die Schall- und Laserverordnung in der Schweiz die Lautstärke von Musikveranstaltungen auf einen Mittelungspegel von 93 dB(A) ausserhalb der Tanzfläche. Die Behörden können einen Mittelungspegel von 100 dB(A) im ganzen Publikumsbereich bewilligen, doch muss der Veranstalter dann Gehörschutzmittel bereithalten und die Besucher über das Risiko informieren. Die Verordnung ist in Revision. Musikveranstalter drängen auf eine Erhöhung der Grenzwerte. Bisher fehlten Angaben zur typischen Gehörbelastung von Besuchern an einem Festival, das den höheren Grenzwert von 100 dB(A) bewilligt erhielt. Deshalb wurden am grossen 6tägigen Paléo-Festival in Nyon am Genfersee allabendlich 10 freiwillige Besucher mit Schalldosimetern Larson-Davis 705/805 (mit Speicherung des Mittelungs- und Maximalpegels pro Minute) ausgerüstet und führten ein Protokoll über die verschiedenen Situationen: Zeit, Ort (Bühne/Distanz), subjektive Beurteilung der Lautstärke und der Tonqualität, Verwendung von Gehörschutzmitteln. Jeder dieser Situationen konnte der entsprechende Schallpegel zugeordnet werden. Gleichzeitig nahm die zuständige Behörde Schallmessungen am stärkstexponierten Publikumsplatz und bei der Tonregie vor, und Beauftragte der Festivalorganisation überwachten die Schallpegel bei jeder Tonregie permanent. Für die Auswertung wurden folgende Schwerpunkte gesetzt: - Gesamtdosis der Besucher: Durchschnitt und

Extremwerte - Anteil der Musikbelastung an der Gesamtdosis - Vergleich der Messwerte nach Schall- und Laserverordnung mit den Pegeln im Publikum - Anwendbarkeit einer Pegelkorrektur zwischen Publikumsbereich und Tonregie - Abhängigkeit des Lautstärkeurteils vom registrierten Schallpegel Die Ergebnisse sind eine wichtige Grundlage für die Festlegung von Schallgrenzwerten.

Do. 13:20 Uhr Raum H 60

Messtechnik III

### **Messung der Körperschallintensität mit einem Scanning-Laser-Doppler-Vibrometer auf Stab- und Plattenstrukturen**

Schoenwald, Stefan - (1), Trevor R. T. Nightingale - (2)

*(1) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Winnenden, (2) National Research Council, Institute for Research in Construction, Ottawa, Canada*

Für die Modellierung und Vorausberechnung der Körperschallausbreitung in Gebäuden ist ein besseres Verständnis für die Übertragungsmechanismen und die unterschiedlichen Einflussparameter notwendig. Diese Eingangsdaten können mit der Messung der Körperschallintensität auf Bauteilen gewonnen werden. Bereits Ende der sechziger Jahren leitete Noiseux Gleichungen zur Messung der Intensität von Biegewellen auf homogenen, isotropen und dünnen Strukturen her. Dennoch ist die Umsetzung und Anwendung mit herkömmlicher Messtechnik und Beschleunigungsaufnehmern nicht praktikabel. Ein neu entwickeltes Messsystem hingegen ermöglicht eine detaillierte Messung der Energieausbreitung in einem relativ kurzen Zeitraum auf oben beschriebenen Strukturen. Die Datenerfassung erfolgt berührungslos mit einem Scanning-Laser-Doppler-Vibrometer. In einem zweiten Schritt wird die Körperschallintensität mit einer speziellen Software ermittelt und dargestellt. Hierbei werden verschiedene Rechenalgorithmen (Nah- und Fernfeldmethode) angewandt. Das System wurde mit Messungen an einfachen Messaufbauten, wie einem halbumendlichen Metallstab und Plexiglasplatten, validiert und erprobt.

Do. 13:45 Uhr Raum H 60

Messtechnik III

**Bemerkungen zu Geräuschmessungen an Maschinen**Sehrndt, Gustav*Gustav A. Sehrndt, Beratung zur Lärminderung, Köln/Münster*

Wird als Ergebnis der Schalleistungsbestimmung mittels Schalldruckmessungen an Maschinen der wahre Wert angestrebt, sollten die vorliegenden internationalen Rahmennormen in zwei Punkten weiterentwickelt werden: Einheitliche Bestimmung der Umgebungskorrektur für Quader- Messflächen und Überprüfung der Mikrophanordnung. Dazu wurde ein von Probst vorgeschlagenes Verfahren zur Bestimmung der Umgebungskorrektur mittels Vergleichsschallquelle an einer Modellmaschine erprobt. Weiterhin wurden verschiedene Mikrophanordnungen verglichen. Die Konsequenzen für die maschinenspezifischen Geräuschmessnormen werden diskutiert.

Do. 14:10 Uhr Raum H 60

Messtechnik III

**Schalleistungsmessung nach E DIN EN ISO 3745, was ist neu?**Milz, H.-J.*G+H Schallschutz GmbH, Ludwigshafen*

Die seit 1977 vorliegende Schalleistungsmessnorm ISO 3745 ist überarbeitet worden und liegt nun als Entwurf E DIN EN ISO 3745 bzw. ISO/DIS 3745 vor. In Deutschland existiert die DIN 45 635, Teil 1 mit vergleichbarem Inhalt. In dem Vortrag werden die Normen miteinander verglichen und die Neuerungen beleuchtet und diskutiert.

Do. 14:35 Uhr Raum H 60

Messtechnik III

**Winkel- und Impedanzfehler an einer Modellanordnung aus zwei Monopolen**

Wittstock, Volker, Christian Bethke

*Physikalisch Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Bei der Bestimmung der Schallleistung nach dem Hüllflächenverfahren kommt es zu systematischen Abweichungen zwischen Schallleistungen, die durch Schalldruck- und durch Intensitätsmessungen ermittelt wurden. Ein Vergleich von Ergebnissen, die nach unterschiedlichen Verfahren erzielt wurden, ist somit nur bedingt möglich. In den zuständigen Normenarbeitskreisen DIN NALS A4 und ISO SC1/TC43/WG28 besteht Konsens darüber, dass die Diskrepanz langfristig abgebaut werden sollte und dass als richtige Schallleistung die nach dem Intensitätsverfahren bestimmte anzusehen ist. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, die beim Schalldruck-Hüllflächenverfahren auftretenden Fehler zu korrigieren. Aus der Literatur sind verschiedene Ansätze bekannt, um zwei der wesentlichen Fehlerquellen, den Impedanz- und den Winkelfehler theoretisch zu berechnen. Die Diskussion über eine praxistaugliche und allgemeingültige Korrektur wird derzeit geführt. Als ein Beitrag dazu werden am Beispiel einer Modellanordnung aus zwei im festen Abstand angeordneten Monopolen der Impedanz- und der Winkelfehler sowohl theoretisch als auch experimentell ermittelt, und es wird überprüft, ob ein vorliegender Korrekturvorschlag zur Berücksichtigung des Winkelfehlers für diesen Modellfall zutrifft.

Do. 15:00 Uhr Raum H 60

Messtechnik III

**New sound-intensity-probe calibrator for field use**

Anders Eriksen, Johan Gramtorp, Erling Sandermann, Bernard Ginn

*Brüel & Kjær, Nærum, Denmark*

Improvement of sound-intensity-measurement equipment has made it easier and faster to make sound intensity measurements in the field, and therefore there is a growing need to verify the sound-intensity-measurement equipment under field conditions. This means that it must be easy to make the verification, and it should not be necessary to disassemble the equipment. Furthermore it should be possible to perform the verification under different environmental conditions. With the introduction of the newest intensity calibrator, Brüel & Kjær, as the first, has made a suggestion for a calibrator which fulfils these demands. With the unit it is possible to calibrate the sensitivity and measure pressure-residual intensity index on a traditional two-microphone probe with the 12mm spacer, without making any changes to the probes configuration. When the assembled probe is placed in the coupler cavity with the

sound source, the acoustic system becomes quite complex and for that reason it was necessary to use Boundary-Element-Model calculations during the development of the calibrator. Examples of calculation results from the development work and measurement results demonstrating the functionality of the calibrator will be shown and compared with similar results for other calibrators for sound intensity

Do. 13:20 Uhr Raum H 50

Bauakustik V

### **Charakterisierung von Körperschallquellen im Zusammenhang mit der Anregung von leichten Treppenkonstruktionen**

Petzold, Evi(1),, Heinz-Martin Fischer (1), Jochen Scheck (1), Thomas Möck (2)

*(1) Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, (2) Schalltechnisches Treppen-, Entwicklungs- und Prüfinstitut (STEP) GmbH, Winnenden*

Aus Untersuchungen an leichten Deckenkonstruktionen und insbesondere am Modellaufbau einer einzelnen Treppenstufe ist bekannt, dass die Anregung mit dem Norm-Hammerwerk bei weitem nicht der Anregung mit Gehen entspricht. Im folgenden wurden die Anregevorgänge von unterschiedlichen Körperschallquellen sowie verschiedenen Gehern mit unterschiedlichem Schuhwerk auf leichten Montagetreppen im Treppenprüfstand untersucht. Auf Grundlage dieser Untersuchungen soll ein charakteristischer Anregevorgang definiert werden, mit dessen Hilfe eine vernünftige Beschreibung der Verhältnisse besonders im problematischen tiefen Frequenzbereich berücksichtigt wird.

Do. 13:45 Uhr Raum H 50

Bauakustik V

### **Analyse des Schwingungsverhaltens von Montagetreppen mit Hilfe der Modalanalyse - Quantifizierung von Einflussgrößen für die Trittschallübertragung**

Scheck, Jochen (1),, Heinz-Martin Fischer (1), Evi Petzold (1), Thomas Möck (2)

*(1) Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik, (2) Schalltechnisches Treppen-, Entwicklungs- und Prüfinstitut (STEP) GmbH, Winnenden*

Um wirksame und situationsbezogene Verbesserungsmaßnahmen für die Trittschallübertragung von Montagetreppen zu konzipieren, ist eine detaillierte Analyse des Übertragungsmechanismus erforderlich, die eine Quantifizierung der Einflussgrößen auf die Trittschallübertragung ermöglicht. Große Bedeutung hat hierbei die Analyse des Schwingungsverhaltens des Gesamtsystems, bestehend aus Treppe und Gebäude. Um den Kenntnisstand diesbezüglich zu erweitern, wurden in

einem neugebauten Treppenprüfstand Untersuchungen angestellt, deren Schwerpunkte die Bestimmung von Übertragungsfunktionen sowie Modalanalysen sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen die Grundlage für anschließende schalltechnische Verbesserungsmaßnahmen darstellen.

Do. 14:10 Uhr Raum H 50

Bauakustik V

### **Wie können Messungen im Treppenprüfstand auf konkrete Bausituationen übertragen werden?**

Möck, Thomas (1), Heinz-Martin Fischer (2), Jochen Scheck (2), Evi Petzold (2), Roland Kurz (3)

(1) *Schalltechnisches Treppen-, Entwicklungs- und Prüfinstitut (STEP) GmbH, Winnenden*, (2) *Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik*, (3) *Kurz und Fischer GmbH, Winnenden*

Es ist bekannt, dass es bei leichten Treppenkonstruktionen immer wieder zu Beschwerden aufgrund einer zu hohen Trittschallübertragung vor allem im tiefen Frequenzbereich kommt. Da es für Hersteller von Treppen bisher fast keine Möglichkeiten zur schalltechnischen Optimierung und Abnahme ihrer Produkte - außer im eingebauten Zustand am Bau - gab, wurde ein speziell für die schalltechnische Prüfung von Treppen ausgelegter Prüfstand konzipiert und gebaut. Darüber wurde bereits auf der DAGA 2001 ausführlich berichtet. Eine wesentliche Frage, die es in diesem Zusammenhang zu klären gilt, ist die Übertragbarkeit der Messungen im Prüfstand auf konkrete Bausituationen. Bereits in der Planungsphase dieses Prüfstandes wurde darauf geachtet, entsprechende Randbedingungen so zu wählen, dass sie möglichst realitätsnah sind, eine situationsbezogene Anpassung ist dennoch unumgänglich. Als Grundlage hierfür wird zur Zeit an einem Berechnungsmodell gearbeitet, über dessen grundlegende Ansätze und erste Erfahrungen damit hier berichtet wird. Das beschriebene Verfahren soll sowohl Messergebnisse aus Prüfstandsmessungen als auch unterschiedliche Randbedingungen, wie beispielsweise den Einfluss flankierender Bauteile und die unterschiedliche Ausbildung der Trennwand, berücksichtigen.

Do. 14:35 Uhr Raum H 50

Bauakustik V

**Trittschalldämmung von Holzdecken bei niedrigen Frequenzen**

Hessinger, J.(1), Dipl. Ing. (FH) A. Rabold (1), Prof. F. Holtz (1), Dipl. Ing. R. Schläpfer (2)

*(1) Labor für Schall- und Wärmemessungstechnik, Stephanskirchen (2) Lignatur AG, Waldstatt, Schweiz*

Ein besonderer Forschungsschwerpunkt der Bauakustik im Holzbau ist die Trittschalldämmung von Holzdecken. Im Vergleich zu Massivdecken wird die Trittschalldämmung von Holzdecken sehr stark durch niederfrequente Schallübertragungen geprägt. Trittschallübertragungen unter 100 Hz tragen zwar zur Geräuschbelästigung bei, werden aber bei der Berechnung des bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  nicht mitberücksichtigt. Aus diesen Gründen ergibt sich die Notwendigkeit die Trittschalldämmung von Holzdecken bei niedrigeren Frequenzen zu optimieren. In Zusammenarbeit mit der Lignatur AG aus Waldstatt, Schweiz, wurde die Wirkungsweise von akustischen Tilgern in einer Hohlkastendecke untersucht. Hierzu wurden Vorversuche des Schwingungsverhaltens im Kleinversuch und Trittschallmessungen im Norm-Prüfstand nach DIN EN ISO 140-06 durchgeführt. Die Ergebnisse der Schwingungsmessungen im Kleinversuch, sowie der Vergleich mit den Trittschallmessungen an realistischen Deckenelementen wird hier vorgestellt.

Poster Dienstag

Musikalische Akustik

**Wiederbelebung des 142-tönigen Alfred-Arnold Bandonion - Aspekte der Psychoakustik bei der Klangkopie**Baltrusch, Michael*Institut für Musikinstrumentenbau Zwota*

Der Tango und das Bandonion sind so miteinander verbunden, daß eine Trennung schlichtweg undenkbar ist. Die Entwicklung der letzten Jahrzehnte, vor allem in Europa, die den Tango an den Rand der Bedeutungslosigkeit schob, traf auch das Bandonion. Ebenso wie vielerorts ein zaghaftes Aufflammen einer Tangobegeisterung zu beobachten ist, steigt auch das Interesse an dem Instrument des Tangos, dem Bandonion. In diesem Beitrag wird über die Wiederbelebung des Alfred-Arnold Bandonion berichtet. Ein Schwerpunkt wird dabei auf die psycho-akustischen Untersuchungen gelegt, mit denen eine „Akustische Kopie“ eines Originalinstrumentes erreicht werden sollte. Es wird auch auf Probleme der Zungeninstrumente und der Analysemöglichkeiten eingegangen, mit denen wir bei den Untersuchungen konfrontiert wurden.

Poster Dienstag

Musikalische Akustik

**Physikalische Modellierung von Orgelpfeifen mit Auf- und Durchschlagzungen**Braasch, Jonas, Sebastian Schmidt*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Neben denen heutzutage überwiegend im Orgelbau verwendeten Aufschlagzungen gab es im 19. Jahrhundert einen zweiten, sehr verbreiteten Typus, die Durchschlagzunge. Diese ist im Gegensatz zur Aufschlagzunge so gebaut, dass die Zunge durch den Rahmen hindurchschwingen kann. Nachdem sie während der Orgelbewegung Anfang des 20. Jahrhunderts verbannt war, erfreut sie sich mittlerweile wieder zunehmend an Beliebtheit.

Da sich Durchschlagzungen akustisch jedoch anders verhalten als Aufschlagzungen, können nicht einfach die gleichen Maße für Stiefel und Becher verwendet werden. Aus diesem Grund werden die akustischen Eigenschaften beider Zungentypen mit eindimensionalen physikalischen Modellen simuliert, um die optimalen Stiefel- und Bechermaße ermitteln zu können.

Poster Dienstag

Sprachakustik

**Messung und Simulation der Akustik des Nasaltrakts**

Ranostaj, F., Lacroix, A.

*Institut für Angewandte Physik, Johann Wolfgang Goethe-Universität*

Der Nasaltrakt ist ein wesentliches Element in der natürlichen Sprachproduktion: Beispiele hierfür sind die Lautklasse der Nasale (/m/, /n/, /ŋ/) und die der Nasalvokale. Die direkte Messung der akustischen Eigenschaften des Nasaltrakts ist aufgrund der anatomischen Gegebenheiten nur schwer möglich. Es wird daher eine andere Methode gewählt, bei der Schall aus einer Quelle mit bekannter Impedanz in einem Nasenloch eingestrahlt wird und das Übertragungsverhalten anhand des am anderen Nasenloch austretenden Schalls bestimmt wird. In einem zweiten Schritt wird anhand von einer computertomographischen Untersuchung ein Volumenmodell des Nasaltrakts erstellt und für dieses die akustische Wellengleichung numerisch, mittels finiter Differenzen, gelöst. Die Ergebnisse beider Untersuchung werden verglichen und diskutiert.

Poster Dienstag

Sprachakustik

**Diskussion von Mechanismen der Wahrnehmung geflüsterter Sprache**

Blumschein, Eckard

*Institut f. Elektronik, Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik, Guericke-Universität Magdeburg*

Die Wahrnehmung von Formanten schreibt man traditionell spektraler Bandpassanalyse im Innenohr zu. Während sich jedoch normal artikulierte Sprache aus dem Spektrogramm entschlüsseln läßt, gelingt dies bei geflüsterten oder genuschelten Worten kaum. Die frequenzauflösende Analyse ist bei stimmlos geflüsterter Sprache offensichtlich viel weniger dominant gegenüber sie stets begleitenden weniger auffälligen Merkmalen. Deshalb sind Vergleiche zwischen geflüsterter und normaler Sprache ein möglicher Schlüssel zu alternativem und ergänzendem Verständnis der Wahrnehmung. Vermutlich sind nur Menschen fähig flüsternd miteinander zu kommunizieren. Dies unterstreicht die Bedeutung solcher bisher vernachlässigten zeitlichen und Statistik-Merkmale. Akustisch zeichnet sich geflüsterte Sprache dadurch aus, dass ihre Übertragung stärker gedämpft und gerichteter erfolgt. Entscheidend sind aber die Unterdrückung stimmhafter Laute und zusätzliches Rauschen. Auch der verminderte Schallpegel behindert die Ausformung von Resonanzen in Innenohr. In dem Maße wie keine ausreichende Synchronisation der äußeren Haarzellen zu Frequenzgruppen erfolgt, verliert das Muster aufgelöster Formanten an Schärfe. Aus bekannten Daten vom Hörnerv und von der primären Großhirnrinde wird nun geschlossen,

dass die nach weitgehendem Verlust der Frequenzauflösung verbleibende dynamische Strukturierung des Impulsmusters vor allem von den Hörnerv-Fasern hoher charakteristischer Frequenz vermittelt wird und bis ins Großhirn erhalten bleibt, obwohl auch schon im Mittelhirn diverse Verknüpfungen erfolgen, welche sicherlich jedoch nicht direkt zum Sprachverständnis beitragen. Der fließende Übergang von normaler zu geflüsterter Sprache wird als Indiz dafür angesehen, dass die Wahrnehmung von Schall letztlich unitär und dem Großhirn zuzuschreiben ist. Die neuronale Informationsverarbeitung unterscheidet sich allerdings erheblich von der beispielsweise mit dem Artikulationsindex vorausgesetzten Frequenzanalyse.

Poster Dienstag

Sprachakustik

### **Auto-phase-synchronisation approach towards voicing**

Drepper, F. R.

*Zentrallabor für Elektronik, Forschungszentrum Jülich GmbH*

In contradiction to the basic psycho-acoustic assumption of Ohm and Helmholtz (that monaural auditive perception is limited to the short time amplitude spectrum) it is assumed that even in the case of an aperiodic fundamental mode (hoarse speech) human perception is able to recognise phase relations resulting from the mode locking of voiced speech and that the information content of the perceived phases exceeds the one of the amplitude spectrum. To support the empirical evidence of this psycho-acoustic assumption it is useful to complement the standard source-filter model of speech production by a model of the nonlinear dynamics of synchronised phases related uniquely to corresponding ones of the underlying oscillatory modes. The coupled phases can be obtained e.g. by applying a wavelet like filter bank to the sound pressure signal. In Drepper (2000) a comparatively general nonlinear time series model of coupled phase dynamics was presented, which is able to express the stability properties of the phase synchronisation (locking) of different oscillatory modes. The use of the well known Hilbert phase has the disadvantage, that speech synthesis fails due to the inability to determine the amplitude process fitting to a reconstructed phase dynamics. As is well known, the Kramers Kronig relation of amplitudes to the so called minimal phases is limited to causal linear passive systems. However in Drepper (2000) alternative phase definitions have been chosen, which offer the possibility to reconstruct the amplitude process without said limitation. Drepper F.R., Asymptotically stable phase synchronization revealed by autoregressive circle maps, Phys. Rev. E 62, 6376-6382 (2000)

**Ein Ansatz zur Grundfrequenzsteuerung mit Fuzzy-Algorithmen**

Köster, Stefanie

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Modelle zur Steuerung der Grundfrequenz in Sprachsynthese-Systemen können durch Experten-Analyse von natürlicher Sprache oder automatisch durch Lernalgorithmen aus großen Datenbanken extrahiert werden. Der Vorteil regelbasierter Verfahren besteht in der Schnittstelle zu Intonationsmodellen, die eine Interpretation des gewonnenen Modells erlauben. Hierbei besteht jedoch die Gefahr, dass die erstellten Regelsätze die tatsächlichen Strukturen zwischen linguistischen EingangsvARIABLEN und der Grundfrequenz nur unzureichend abbilden. Maschinelle Lernverfahren können diese Zusammenhänge in umfangreicherem Maße zur Steuerung nutzen, wenn eine ausreichend große Menge von Trainingsdaten bereitgestellt wird. Allerdings sind die meisten gängigen Verfahren bzgl. der gelernten Modelle entweder gar nicht transparent - wie z.B. Neuronale Netze - oder zumindest schwer zugänglich bzw. interpretierbar (z.B. Klassifikationsbäume).

Gerade im Zuge steigender Flexibilität der Sprachsynthese hinsichtlich Emotionen, Sprechstilen oder auch der Anpassung an verschiedene Umfeldbedingungen entsteht die Forderung nach Steuer-Algorithmen, die sowohl möglichst genaue, wie auch möglichst gut interpretierbare Modelle für die Grundfrequenz bereithalten. In dieser Arbeit wird versucht, mit einem Ansatz auf der Grundlage unscharfer Algorithmen dieser Forderung Rechnung zu tragen.

Auf der Basis der Parametric Intonation Events (PaIntE, Möhler und Conkie (1998)) wird zunächst eine Klassifizierung der Intonations-Ereignisse mit dem unscharfen C-Means Algorithmus (FCM) vorgenommen, um ein Inventar von PaIntEs zu erhalten. Anschließend wird ein regelhaftes Prädiktionsmodell mit einem unscharfen Neuronalen Netz erstellt. Die so entstandenen Regeln können nun zusammen mit den Prototypen der FCM-Klassen zur Grundfrequenz-Steuerung verwendet werden.

Aktuelle Ergebnisse für Regelsätze sowohl der FCM-Klassifizierung als auch des Prädiktionsmodells werden vorgestellt. Die Qualität dieses Ansatzes wird im Vergleich zu der Klassifizierung mit Vektorquantisierung und der Prädiktion mit Klassifikations-Bäumen sowohl durch objektive Maße als auch durch Hörversuche ermittelt.

Möhler G. und Conkie A. (1998). Parametric modeling of intonation using vector quantization. 3rd ESCA Workshop on Speech Synthesis. ESCA. Jenolan Caves, Australien.

Poster Dienstag

Sprachakustik

**Eine Datenbank zur artikulatorisch-akustischen Synchronisation**

Kröger, Bernd J.

*Institut für Phonetik der Universität zu Köln*

Die Software SPEECHTRAINER liefert eine Visualisierung artikulatorischer Abläufe zu vorgegebenen natürlichen Sprachsignalen. Da die Artikulation mittels eines sprecherunabhängigen Modells generiert wird, ist eine Synchronisation von Artikulation und Sprachsignal unabhängig. Diese Synchronisation erfolgt durch das Setzen artikulationsbasierter Label im akustischen Sprachsignal. Es wird angestrebt, dieses Labeln zu automatisieren. Dazu wurde eine Datenbank angelegt (zur Zeit ca. 1500 Wörter bzw. kurze Äußerungen), die neben den akustischen Signalen auch den Text, die phonetische Transkription und 2 Labelebenen speichert. Auf Labelebene 1 (Lautlabel) wird ein Label pro Laut in den zeitlichen Lautmittelpunkt gesetzt. An den damit definierten Zeitpunkten werden akustische Parameter ( $F_0$ , Formantdaten, LPC-Koeffizienten, Cepstralkoeffizienten etc.) gespeichert. Die Label der Ebene 2 (artikulationsbasierte Label) können auf der Basis der Lautlabel dann automatisch gesetzt werden, müssen zur Zeit aber noch manuell überprüft und ggf. korrigiert werden.

Poster Dienstag

Sprachakustik

**Analyse von Sprachlauten auf der Basis verzweigter Rohrmodelle**

Schnell, Karl, Arild Lacroix

*Institut für Angewandte Physik, J. W. Goethe-Universität Frankfurt a.M.*

Der Sprechtrakt kann als verzweigtes Rohrsystem angesehen werden, wenn das Velum gesenkt ist und dadurch der Nasaltrakt an den Vokaltrakt angekoppelt ist. Solche Rohrsysteme lassen sich bekanntlich unter der Annahme ebener Wellenausbreitung mit Kreuzgliedkettenfiltern zeitdiskret realisieren. Dadurch ist es möglich, Nasale und nasalierte Vokale durch Rohrmodelle zu beschreiben, deren Verzweigungsstruktur der Anatomie des Sprechtraktes angelehnt ist. Um die Mehrdeutigkeit des Rohrmodells für die Parameterschätzung gering zu halten, wird ein einfach verzweigtes Modell verwendet, bei dem ein Abzweig mittels eines Dreitoradaptors angekoppelt wird. Dieser Abzweig stellt dann entsprechend den Nasalen oder nasalierten Vokalen den Nasaltrakt oder den abgeschlossenen Mundraum dar. Die Bestimmung der Filterparameter für solche Modelle aus dem Sprachsignal stellt trotz Fortschritten immer noch ein Problem dar. Im Gegensatz zu vorangegangenen Schätzalgorithmen, die sämtliche Parameter durch Minimierung eines spektralen Abstandsmaßes durch einen allgemeinen Optimierungsalgorithmus

bestimmen, werden die Parameter des Abzweiges durch einen ARMA-Ansatz und die restlichen Parameter durch iterative inverse Filterung bestimmt. Dies ist möglich, da die Parameter des Abzweiges allein für die Nullstellen der Übertragungsfunktion des Systems zuständig sind. Neben der Erläuterung des Schätzalgorithmus wird insbesondere auf die Resultate der analysierten Sprachlaute eingegangen.

Poster Dienstag

Sprachakustik

### **Ein erweiterter Graphem-nach-Phonem-Umsetzer zur Modellierung nicht-muttersprachlicher Aussprachevarianten**

Schaden, Stefan

*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Dieser Beitrag behandelt die Frage, ob und wie weit prototypische Abweichungen von der kanonischen Aussprache, wie sie bei Nicht-Muttersprachlern auftreten, mittels Regeln beschrieben und durch einen erweiterten Graphem-Phonem-Umsetzer modelliert werden können. Solche 'akzentgefärbten' Aussprachevarianten sind dadurch gekennzeichnet, daß Sprecher einer Ausgangssprache (L1) oftmals nur über unvollständige Kenntnisse bzw. Fertigkeiten der Phonetik der Zielsprache (L2) verfügen. Diese partielle Kenntnis manifestiert sich in charakteristischen lautlichen Erscheinungen wie z.B.

- (i) der Substitution von zielsprachlichen Lauten durch muttersprachliche Äquivalente (z.B. dt. [96] für engl. [3:]),
- (ii) der Übertragung der muttersprachlichen Schriftaussprache (Graphem-Phonem-Beziehungen) auf die Zielsprache (z.B. dt. [S] für nld. <sch> = [sx]) oder
- (iii) dem Transfer phonologischer Regelmäßigkeiten der Muttersprache auf die Zielsprache (z.B. Übertragung der dt. 'Auslautverhärtung' auf das Englische).

Vorgestellt wird das Konzept eines sprachenübergreifenden Graphem-nach-Phonem-Umsetzers, der dahingehend erweitert wird, daß charakteristische akzentgefärbte Aussprachevarianten auf der Ebene der Phonemtranskription modelliert werden können. Hierzu werden Regelsätze der Ausgangs- und Zielsprache miteinander in einer Weise kombiniert, die es ermöglicht, verschiedene Übergangsstufen zwischen einer stark muttersprachlich geprägten, fehlerhaften Lautung und einer korrekten zielsprachlichen Lautung zu generieren. Die Regeln wurden an einer am IKA im Aufbau befindlichen Sprachdatenbank mit Aufzeichnungen nicht-muttersprachlicher Sprecher verschiedener Herkunftssprachen gewonnen. Ein modularer Aufbau des Regelwerks erlaubt es dabei, lediglich Teilkenntnisse der Zielsprache anzuwenden und somit systematisch auftretende Aussprachefehler auf der Symbolebene nachzubilden.

Poster Dienstag

Sprachakustik

**Driver speech yields normalized fitness**

Harb S. Hayre

*Impairment Measures, Inc. (Ltd. U.K.), Houston, TX*

Highway police use breathalyzer for alcohol content detection and/or field drug packets for presence of illicit drugs above their individual thresholds, but these tests are ineffective in case of multiple chemicals use, inhalent sniffing, and herbal chews. Moreover none of these tests always determine driver fitness since no test other than this one is known to account for individual tolerance, food intake, body parameters, and gender/ethnicity etc. etc. Speech analysis in both time and frequency domains was used to determine individualized impairment or unfitness parameter from the impaired speech sample obtained on a telephone call and using IMPAIRLYZER™ whose technology has been court admitted in many aircraft crash cases since 1974 in the USA. There are no false positives or false negatives. It does not identify the drugs or chemicals consumed. It offers a unique on-the-spot human chemical fitness screen unmatched by any other. Psychologists, industrial engineers and toxicologists have not been known to have come up with a simple noninvasive, numerical and individually normalized chemical fitness or impairment measure let alone a remotely obtainable one. The biomedical basis of this technology is that most of the brain functions along with one hundred muscles are used to produce speech, and nerve ends all over the human body sense chemical intake immediately and communicate to the cerebral system in addition to the stomach ingestion of chemicals entering the blood stream and affecting the cerebral system. Results of a university student group test under controlled conditions using alcohol doses, different measures such as blood alcohol content, impairment screening, and classical psychomotor function tests would be presented in support this technology.

Poster Mittwoch

Psychoakustik

**Bestimmung von Diskriminations- und Echoschwellen bei der Darbietung von Stimulussequenzen**

Damaschke, Jörg

*AG Medizinische Physik, Oldenburg*

Die vorliegenden Untersuchungen sind psychoakustische Messungen zum Präzedenzeffekt. Unter dem Begriff Präzedenzeffekt werden unterschiedliche Phänomene zusammengefasst, bei denen es jeweils um die Auswirkung eines Primärschalls auf einen Rückwurf geht. Bei den hier gezeigten Untersuchungen wurden die Diskriminationsschwelle (Experiment 1) und die Echoschwelle (Experiment 2) bei der Darbietung von

Stimulussequenzen bestimmt. Die Diskriminationsschwelle bezeichnet den zeitlichen Abstand zwischen Rückwurf und Primärschall, ab dem eine interaurale Zeitdifferenz (ITD) im Rückwurf erkannt wird. Die Echoschwelle gibt an, ab welchem zeitlichen Abstand vom Primärschall die Richtung des Rückwurfes eindeutig der linken bzw. rechten Hemisphäre zugeordnet werden kann. In beiden Experimenten wurden den Versuchspersonen etwa zweiminütige Stimulussequenzen vorgespielt. Die einzelnen Stimuli dieser Sequenzen bestehen aus einem Primärschall und einem Rückwurf, die mit einer Wiederholrate von 2 Hz angeboten werden. Der in der Sequenz häufig vorkommende Standardstimulus wies keine ITD im Rückwurf auf. Dieser Standardstimulus wurde an wenigen zufällig ausgewählten Stellen von unterschiedlichen devianten Stimuli, d.h. Stimuli mit unterschiedlich groß ausgeprägter ITD im Rückwurf, ersetzt. In beiden Experimenten variierte über die Sequenzen der Abstand zwischen Primärschall und Rückwurf. In Experiment 1 hatten die Versuchspersonen die Aufgabe, die abweichenden Stimuli per Knopfdruck zu markieren. In Experiment 2 sollten sie die abweichenden Stimuli der linken oder rechten Hemisphäre zuordnen. Die Experimente dienen als Grundlage für EEG Messungen, bei denen die neurophysiologischen Korrelate von Diskriminations- und Echoschwelle untersucht werden.

Poster Mittwoch

Psychoakustik

**Binaural difference limens for modulated signals**

Ozimek, E., A. Wicher

*Institute of Acoustics, Adam Mickiewicz University, Poznań, Poland*

The purpose of the study was to determine the binaural difference limens (thresholds) for interaural differences in modulation depth and frequency deviation for amplitude modulated (AM) and frequency modulated (FM) signals. Measurements were made using a carrier frequency of 500 Hz and modulation frequencies (fm) of 4, 64, and 128 Hz, using a two alternative forced choice (2AFC) adaptive procedure. The reference AM modulation depths were 10, 40 and 90% and the reference frequency deviations were 10, 20 and 60 Hz respectively. Results showed that binaural difference limens for modulation depth did not depend on modulation frequency. Binaural difference limens for frequency deviation generally increased with an increase in modulation frequency and depended on the reference deviation for fm=128 Hz.

**Lärm am Arbeitsplatz und das Risiko eines Herzinfarktes - erste Ergebnisse der NaRoMi-Studie**

Schust, M., Stallmann, M.; Keil, T.; Stark, H.; Dietz, E.; Löbert, J.; Nاكلadal, C.; Wegscheider, K.; Babisch, W.; Willich, SN.

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin*

Im Rahmen der Fall-Kontroll-Studie „Noise and Risk of Myocardial Infarction - NaRoMI“ wird u.a. der Zusammenhang zwischen der Schallexposition am Arbeitsplatz und dem Risiko für die Entstehung eines Herzinfarktes untersucht. In den Jahren 1998-2001 rekrutierte man an 32 Berliner Krankenhäusern 4115 Patienten (1061 Frauen, MW 57,7 Jahre, SD 8,7 Jahre und 3054 Männer, MW 56,1 Jahre SD 8,5 Jahre), wobei die Fälle (akuter Myokardinfarkt) und die Kontrollen (Unfall/Operation) nach Alter, Geschlecht und Krankenhaus gematcht wurden (Männer 1:1, Frauen 1:2). Die Schalldruckpegel am Arbeitsplatz wurden retrospektiv für 10 Jahre nach zwei Methoden bestimmt - anhand von Interview-Angaben zur Tätigkeit aus Katalogwerten und nach ISO 9921/1 aus dem erfragten Stimmaufwand bei der Kommunikation. Aus den Beurteilungspegeln berechnete man die 10-Jahres-Mittelungs- und Summenpegel. Bekannte Risikofaktoren für Herzinfarkt und soziodemographische Größen wurden ebenfalls per Interview erfasst. Die Odds Ratios und 95% Konfidenz-Intervalle wurden mittels multipler logistischer Regressionsmodelle berechnet und nach möglichen Konfoundern adjustiert. 75,9% der Frauen und 90,9% der Männer waren innerhalb der letzten 10 Jahre die gesamte Zeit oder für kürzere Perioden beschäftigt. Für diese Personen lagen die 10-Jahres-Pegel vor. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die aus dem Stimmaufwand nach ISO 9921/1 berechneten 10-Jahres-Mittelungs- und -Summenpegel für Männer mit einem erhöhten Herzinfarktrisiko verbunden sind (Odds Ratios 1,48 und 1,47, p-Werte 0,013 und 0,017 bei Erhöhung der Pegel von  $\leq 55$  dB auf 70-85 dB, adjustiert nach Herzinfarkt bei Eltern/Geschwistern, Diabetes, Hypertonie und Rauchen). Weitere Analysen unter Einbeziehung der erhobenen Daten zur Belästigung durch Lärm am Arbeitsplatz und in der Wohnung werden noch durchgeführt und könnten zur Aufklärung der zugrundeliegenden Mechanismen beitragen.

**Experimentelle Untersuchung der Schutzwirkung persönlicher Gehörschutzmaßnahmen im Ultraschallbereich**

Heisel, Uwe, Detlef Klotz, Jianhua Li

*Institut für Werkzeugmaschinen, Universität Stuttgart, D-70174 Stuttgart*

Niederfrequenter Ultraschall wird in der Industrie in zunehmendem Maße für verschiedenste Zwecke eingesetzt. Dabei werden zum Teil sehr hohe Schalldruckpegel erreicht. Da eine Schädigung des menschlichen Gehörs durch Ultraschall nicht ausgeschlossen werden kann, muss das Gehör ausreichend geschützt werden. Es wurden handelsübliche Gehörschützer auf ihre Wirksamkeit bei niederfrequentem Ultraschall getestet. Die Untersuchungen wurden mit Hilfe eines Kunstkopfes in einem eigens für diese Aufgabe entwickelten Sonderhallraum durchgeführt. In diesem wurde ein Schallfeld erzeugt, das im Bereich zwischen 1,25 kHz und 31,5 kHz in Anlehnung an DIN ISO 4869-1 die Anforderungen hinsichtlich Diffusität erfüllt. Der Außenohrsimulator des handelsüblichen Kunstkopfes erwies sich für die Untersuchungen von Gehörschutzstöpseln in diesem Frequenzbereich als ungeeignet. Daher wurde ein Außenohrsimulator entwickelt, mit dem befriedigende Ergebnisse erzielt werden konnten. Bei formbaren Gehörschutzstöpseln wurden höhere Dämmwerte ermittelt als bei Kapselgehörschützern, welche sehr sensibel auf ungünstige Andrückverhältnisse reagieren. Untersuchungen mit aufgesetzter Schutzbrille ergaben oberhalb von 10 kHz eine deutlich Verminderung der Schutzwirkung. Für Einsatzbereiche, in denen niederfrequenter Ultraschall auftritt, sind daher Gehörschutzstöpsel geeigneter; sollen dennoch Kapselgehörschützer getragen werden, muss darauf geachtet werden, dass die Dichtkissen gut anliegen. In diesem Beitrag werden der Aufbau der Messeinrichtung, das Messverfahren und die damit ermittelten Ergebnisse vorgestellt. Diskutiert wird die Möglichkeit zur Erweiterung der Messung persönlicher Gehörschutzmaßnahmen im Frequenzbereich über 25 kHz hinaus.

**Wirkung von arbeitsplatztypischen tieffrequenten Geräuschen**

Schust, M., Eggert, U.

*Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin*

Nach bisherigem Erkenntnisstand bewirkt tieffrequenter Schall, sobald er die Hörschwelle erreicht, dieselben Streßreaktionen wie sie vom mittelfrequenten Hörschall bekannt sind. Hinzu kommen subjektive Beschwerden wie Druck auf den Ohren und Schwingungsgefühl. Tieffrequenter Schall soll besonders ermüdend und konzentrationsmindernd wirken. In einer experimentellen Studie sollte die Frage untersucht werden, ob tieffrequenter Schall gegenüber mittelfrequenter Schall spezifische Wirkungen aufweist. 12 männliche Probanden wurden im Labor wiederholt für kürzere (3 min) oder längere Zeit (48 min) binaural aufgenommenen und wiedergegebenen Praxisgeräuschen von 70 dB(A) ausgesetzt (tieffrequent: Schiffsführerstand  $L_p = 104$  dB(lin), mittelfrequent: Maschinenraum  $L_p = 72$  dB(lin) - quasi rosa Rauschen). Die Probandengruppe war bezüglich Alter, Hörfähigkeit und Lärmempfindlichkeit homogen. Mittels intermodalem Vergleich erfasste man subjektive Urteile zur Lautheit und Lästigkeit und zu verschiedenen subjektiven Beschwerden. Über die gesamte Versuchsdauer wurden folgende Größen registriert: Fingerpulsamplitude, Elektrodermale Aktivität, EKG und Blutdruck. Die Probanden führten während der 48-minütigen Exposition Leistungstests aus („Vigilanz“ und „Signalerkennung“ mit Wiener Testsystem). Trotz gleichen A-bewerteten Schalldruckpegels wurde das tieffrequente Geräusch signifikant lauter beurteilt als das mittelfrequente Geräusch (p-Wert 0,012). Die Lästigkeit des tieffrequenten Geräusches war nur in der Tendenz größer (nicht signifikant). Weitere Ergebnisse zum Befinden, zu den physiologischen Größen und den Leistungstest sollen diskutiert werden.

## **Seismokardiographie: Eine neue, non-invasive Methode zur objektiven Bestimmung der Schlafqualität bei Feldstudien über Fluglärmwirkungen**

Brink, Mark, Katja Wirth, Christoph Schierz

*ETH Zürich, Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie, NW F83, 8092 Zürich (ETH-Zentrum)*

In der Forschung zum Einfluss von Nachtfluglärm auf die Schlafqualität bieten sich dem Forschenden zwei unterschiedliche Herangehensweisen: Labor- oder Feldstudien. Objektive Messungen von Schlafverlauf und Schlaftiefe mittels klassischer polysomnographischer Methoden (EEG, EOG, EMG) lassen sich in grossflächigen Feldstudien jedoch kaum mit vernünftigem Aufwand durchführen. Man weicht deshalb gerne ins Schlaflabor aus, welches zwar einwandfreie Messungen ermöglicht, jedoch nebst anderen Nachteilen nicht dem natürlichen Umfeld der Versuchspersonen an ihrem Wohnort entspricht. Wir entwickelten deshalb ein seismokardiographisches Aufzeichnungsverfahren („Dormograph“), um die Schlafparameter Herzrate, Atmung und Bewegungsaktivität zuverlässig im Feld messen zu können. Das System arbeitet berührungsfrei (keine Elektroden) und kann über mehrere Versuchsnächte ohne Wartung bei Versuchspersonen zuhause eingesetzt werden. Die dabei vorgenommene Messung basiert auf dem Prinzip der indirekten Aktimetrie. Die Bewegungen der schlafenden Person werden durch den Bettinhalt und das Bettgestell an vier Drucksensoren unter den einzelnen Bettpfosten weitergegeben und eine elektronische Schaltung rechnet diese Signale in X/Y-Koordinaten der aktuellen Bett-Schwerpunktlage um. Diese unverstärkten Rohsignale liefern Bewegungsdaten, die Aufschluss über Wach- und Schlafzeiten geben. Bei ausreichend hoher Abtastrate und passender Verstärkung lassen sich anhand der durch Herztätigkeit und Atmung verursachten impulsartigen Schwerpunktsverschiebungen des Körpers auch Herz- und Atemfrequenz aus dem Signal extrahieren. Aus den für einzelne Schlafstadien (z.B. den REM-Schlaf) charakteristischen Herzratenverläufen (Median, Variabilität) und den aktimetrischen Daten lassen sich Wach- und Schlafzeiten sowie die einzelnen Schlafstadien approximativ schätzen. Eine Validierung im Schlaflabor bestätigte die gute Reliabilität der Messmethode. In der grossangelegten Feldstudie „Lärm 2000“ wird die aktuellste Version des Systems bei Versuchspersonen in ihrem heimischen Umfeld zum Einsatz kommen.

**Periodizitätskodierung durch Autokorrelation und synchrone Inhibition im auditorischen Mittelhirn**

Ochse, Michael, G. Langner

*Neuroakustik, Zoologisches Institut, TU Darmstadt*

Zur akustischen Kommunikation werden von Menschen und Tieren meist breitbandige, periodische Signale genutzt. Im Hörsystem werden Signale zunächst in kleine Frequenzbereiche zerlegt. Innerhalb der einzelnen Frequenzkanäle ist eine zeitliche Verarbeitung der Information möglich. Diese Zeitinformation wird von Neuronen im auditorischen Mittelhirn genutzt, die auf definierte Periodizitäten in schmalen Frequenzbändern abgestimmt sind. Vermutlich können so Kanäle mit gleicher Periodizitätsinformation verbunden werden. Zur Untersuchung der zugrunde liegenden zentralen Verarbeitung wurden einzelne Neurone im zentralen auditorischen Mittelhirn (IC) wacher Wüstenrennmäuse (*Meriones unguiculatus*) extrazellulär abgeleitet. Als schmalbandiges periodisches Testsignal dienten sinusförmige Amplitudenmodulationen. Es wurde die Reaktionsrate der Neurone in Abhängigkeit von der Modulationsfrequenz bestimmt. Abgestimmte Neurone reagieren bei einer besten Modulationsfrequenz (BMF) mit maximaler Rate. Die meisten Neurone, deren BMF für die Auswertung ausreichend groß war ( $>100\text{Hz}=1/10\text{ms}$ ), reagierten in kurzen Zeitfenstern (ca. 30 ms) nach Stimulusbeginn nicht nur bei der BMF sondern auch bei ganzzahligen Vielfachen dieser Frequenz. Diese Ergebnisse stützen die Vermutung, dass der zeitlichen Verarbeitung zunächst eine Autokorrelation zu Grunde liegt:  $AKF(dt)=S(f(t)*f(t-dt))$ . Die Antwortwahrscheinlichkeit ist groß, wenn die Verzögerung  $dt$  ein Vielfaches der Periodendauer ( $T$ ) des akustischen Signals  $f(t)=f(t+T)$  ist. Die Reaktionen auf die Multiplen der BMF werden durch einen weiteren Prozess unterdrückt, der zusätzlich zu der kammartigen Transferfunktion der Korrelationsverarbeitung einen Tiefpass für Modulationsfrequenzen darstellt. Dieses kann durch eine Inhibition des Mittelhirnneurons für eine halbe Periodendauer der BMF erreicht werden. Die Koinzidenzzeitpunkte bei Stimulation mit der BMF bleiben unverändert, bei höheren Modulationsfrequenzen werden sie inhibiert.

---

**Visueller Kanal oder Ablenkung? Einfluß einer optischen Komponente auf die Beurteilung der Geräuschqualität von Fahrzeug-Innengeräuschen**

Patsouras, Christine, Melanie Böhm

*AG Technische Akustik, MMK, TU München*

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluß eines zusätzlich zum akustischen Reiz dargebotenen optischen Reizes auf das Urteil der Geräuschqualität bei Innengeräuschen von Fahrzeugen der oberen Mittelklasse untersucht. Drei getrennte Versuchsreihen wurden durchgeführt, in welchen zunächst die Geräuschqualität in klassischer Laborsituation - d.h. Kopfhörerdarbietung in einer Hörkabine - gemessen wurde. In einer zweiten Reihe wurden die Geräusche gleichzeitig mit einer optischen Darbietung von Fahrzeugen kombiniert. Eine weitere Versuchsreihe sollte die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen stärker auf die Informationsaufnahme über den visuellen Kanal lenken. Hierzu wurden während der akustischen Darbietung optisch Innen- und Außenansichten des Fahrzeugs präsentiert und zusätzlich mit technischen Daten des Fahrzeugs unterlegt. Nach einer solchen „akusto-optischen“ Darbietung hatten die Versuchspersonen Fragen zu dem Gesehenen und Gehörten zu beantworten. Die Übereinstimmungen und Diskrepanzen dieser unterschiedlichen Versuchsbedingungen auf das Urteil der Geräuschqualität werden diskutiert und interpretiert.

---

**Grundfrequenzbestimmung aus dem Modulationsspektrum**

Schreiner, Olaf, Holger Quast

*Drittes Physikalisches Institut, Uni Göttingen*

In vielen Anwendungen, besonders solche aus dem Bereich der Mensch-Maschine-Kommunikation, gewinnt die Bestimmung der Sprachgrundfrequenz immer mehr an Bedeutung, da die Grundfrequenz neben anderen Sprachbestandteilen auch Informationsträger ist. Es wird hier ein neues Verfahren zur Bestimmung der Grundfrequenz aus dem Modulationsspektrum vorgestellt. Das Verfahren orientiert sich eng an der neuronalen Verarbeitung auf dem auditorischen Cortex des menschlichen Gehörs. Die Leistungsfähigkeit des Verfahrens wurde unter verschiedenen Störgeräuschen, u.a. solchen aus dem Automobilbereich, getestet. Schließlich wurde zur Fehlerkorrektur noch eine Viterbi-Suche auf den Ergebnissen implementiert.

Poster Donnerstag

Signalverarbeitung

**Deriving rules for mastering surround sound to accompany video**

Czyzewski, Andrzej, Bozena Kostek

*Sound & Vision Engineering Department, Technical University of Gdansk, Poland*

The methodology of testing the influence of video image on surround sound perception developed by the authors led to the formulation of some principles of mastering multi-channel sound accompanying video content. The literature relates mostly to the classical studies on this subject including stereo sound systems for HDTV. At present, digital video, film or multimedia presentations are often accompanied by the surround sound. However, there is still no clear answer to the question of how the video influences the localization of virtual sound sources in multichannel surround systems (e.g. DTS); and in most references one can find a list of problems only to be solved while testing relevant inter-modal relations. Therefore, the authors addressed in their studies similar problems employing subjective testing procedures in which experts listened to the sound with and without video image presence and provided answers. Results of such experiments demonstrated in which cases and in what way video may affect the localization of virtual sound sources. The so-called image proximity effect confirmed some dependencies between the reactions of sight and hearing senses due to perception of visual stimuli accompanied by surrounding sound. The obtained data were then analyzed by means of modern techniques of intelligent data exploration and knowledge discovery allowing the finding of some hidden relations between semantic descriptors of subjective impressions. Finally, basing on the results of data analysis a set of rules concerning mastering of multichannel audio to accompany various types of video content were derived. Some results of this study will be presented and discussed in the paper.

Poster Donnerstag

Signalverarbeitung

**Binaurale Störgeräuschunterdrückung für digitale Hörgerätealgorithmen**

Hohmann, Volker, Grimm, Giso

*Universität Oldenburg, Medizinische Physik und Kompetenzzentrum 'HörTech'*

In der Literatur wurde kürzlich das mathematische Konzept der „Disjoint Orthogonality“ vorgestellt und zur Trennung sich überlagernder Signale ausgenutzt (Jourjine, A., Rickard, S. Yilmaz, O. (2000). 'Blind separation of disjoint orthogonal signals: demixing n sources from 2 mixtures', ICASSP 2000,

([http://www.math.princeton.edu/~srickard/bss/DUET\\_ICASSP2000.pdf](http://www.math.princeton.edu/~srickard/bss/DUET_ICASSP2000.pdf))  
Dieses Konzept wurde bisher im Mobilfunk-Bereich und auch für einfache akustische Signalmischungen angewandt. In diesem Beitrag wird nun empirisch untersucht, inwieweit akustische Signale aus komplexen Störschall-Nutzschall-Situationen in der Zeit-Frequenz-Darstellung in diesem Sinne orthogonal sind und sich somit dieses Konzept auch zur Störgeräuschunterdrückung in sprachverarbeitenden Systemen, etwa Hörgeräten, eignen würde. Dazu werden Histogramme des Energieverhältnisses zweier akustischer Signale für verschiedene komplexe Störschall-Nutzschall-Situationen und für verschiedene Zeit-Frequenz-Auflösungen berechnet, um die Orthogonalitätsbedingung empirisch zu prüfen. Aufbauend darauf wird ein Algorithmus zur Schätzung des Kurzzeit-SNR aus binauralen Signalen vorgestellt, der zur Steuerung einer Störgeräuschunterdrückung (Wiener-Filter o.ä.) dienen soll. Ergebnisse zur Güte der SNR-Schätzung im Vergleich zu anderen Kurzzeit-SNR-Schätzern werden vorgestellt.

Poster Donnerstag

Signalverarbeitung

### **Störgeräuschunterdrückung basierend auf binauraler Lokalisation und lokalen Schätzungen des SNR**

Nix, Johannes, Volker Hohmann*Arbeitsgruppe Medizinische Physik, Universität Oldenburg*

In früheren Beiträgen (Nix und Hohmann, DAGA 1998) wurde ein Algorithmus zur Lokalisation binauraler Signale basierend auf der Statistik binauraler Parameter vorgestellt. Dieser Algorithmus verhält sich robust bei niedrigen SNR und hat ein gutes Generalisierungsvermögen. Er kann zudem in Echtzeit bei mäßigem Rechenaufwand operieren.

Wie demonstriert wird, kann in einer hallarmen Zwei-Quellen-Situation durch Steuerung eines Null-Beamformers basierend auf der Richtungs-schätzung des Lokalisationsmodells eine fast vollständige Auslöschung einer Störquelle bei Adaptationszeiten von unter einer Sekunde erreicht werden.

Bei mehr als zwei Quellen versagt diese Methode jedoch aufgrund der linearen Abhängigkeit der Eingangssignale. Im Fall von drei Quellen, z.B. einem Nutzsprecher und zwei Störsprechern, lassen sich lediglich drei Signale erhalten, die jeweils eine Mischung von zwei Quellen enthalten.

Um dieses Problem zu lösen, kann theoretisch die Beobachtung ausgenutzt werden, daß die im Lokalisationsalgorithmus verwendeten Wahrscheinlichkeitswerte eng vom zeit- und frequenzspezifischen SNR abhängen und als SNR-Schätzung verwendet werden können. Beide Werte sind abhängig von der Frequenz gut korreliert.

Basierend auf diesem Ansatz wird ein Algorithmus vorgestellt, der eine räumliche Mischung aus drei Schallquellen durch Verknüpfung der Richtungen und SNR-Schätzung zu trennen versucht. Die teilweise verdeckten Signale werden hierbei durch ein Codebuch von Sprachsignalen rekonstruiert. Vorläufige Ergebnisse sollen präsentiert werden.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

### **High sensitive piezo accelerometer**

Lobastov, S.A., A.A.Bazhenov, V.I.Yarovikov

*Russian Federal Nuclear Center - VNIIEF. 37 Mira ave., Sarov, Nizhny Novgorod Region, 607190, Russia. Fax: (83130)4-5958, E-mail: lsa@gdd.vniief.ru*

One of the most perspective tendencies of piezoelectric instrument industry, associated with the creating of very high sensitive sensors is based on the use of bimorph and multi-layer plates, which undergo deformations of bending, as a sensitive element. In the VNIIEF it was developed a series of sensors for different applications. The seismo-accelerometers of „AP“ type and the three-component accelerometer sensor, are described in this paper. They allow one to measure very weak signals (down to 10<sup>-6</sup> g) in a wide frequency range (from 0,2 Hz up to 2,5 kHz). Characteristics (sensitivity, dimensions, mass, etc.) of such sensors exceed essentially their analogues, which use other types of deformation of piezo-element, e.g. compression-tension or shift deformation. Due to the high metrological characteristics and reliability these seismo-accelerometers of AP type and the three-component sensor may find applications for multi-channel systems of vibration diagnostics of power-producing and oil and gas transport equipment, for engineering seismo-prospecting and in other areas of science and industry.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

### **Narrow gap transducers for GHz surface acoustic wave devices**

Seidel, W., L. Perepelittchenko, E. Chilla, R. Koch

*Paul Drude Institute for Solid State Electronics, Nanoacoustics group, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin*

Interdigital transducers with narrow gaps between electrodes, i.e. a metallization ratio much higher than 0.5, has potential application to high frequency devices. A narrow gap transducer almost doubles the center frequency for a given line width as compared with a conventional transducer. Additionally, strong harmonics of the transducer can be also used for possible higher frequency application. However, conventional fabrication process, e.g. optical lithography is restricted to a line width of some 100 nm. We report on a new technology for the fabrication of

GHz SAW devices with a gap distances as small as 20 nm and show first electrical and acoustic measurements.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. & Techn. Akustik

---

### **Development of accelerometers with bending elements**

Bazhenov, A.A., S.A. Lobastov, V.I. Yarovikov, I.N. Didenkulov\*

*Russian Federal Nuclear Center - VNIIEF., Sarov, Nizhny Novgorod Region, Russia, \*Institute of Applied Physics. Nizhny Novgorod, Russia*

Recent investigations have revealed that one of the most promising approach in development of new acoustic nondestructive diagnostic methods for building constructions and for engineering seismic survey is a combination of approaches based, on the one hand, on principles of nonlinear acoustics, and on the another hand - on principles of formation and spatial-time processing of high-coherent wave fields. This requires for experimental information on parameters of elastic waves. Piezo-accelerometers are the most widely used for measurements of elastic wave parameters. In this paper the basic requirements and principles of designing of high-sensitive piezo-accelerometers for acoustic diagnostics having bending bimorph elements and central cylindrical support are considered. Such sensors have many advantages by their parameters over accelerometers using other forms of piezo-element deformation (compression - tension, shift), and this is discussed in the paper.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. & Techn. Akustik

---

### **Acoustoelastic anomaly in stressed heterostructures**

Osetrov, A.V., E. Chilla, R. Koch

*Paul Drude Institute for Solid State Electronics, Nanoacoustics group, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin*

We investigated the influence of biaxial stress on the acoustic wave propagation in single crystalline heterostructures using a transfer matrix method. Both Rayleigh-type and Sezawa modes exhibit an acoustoelastic anomaly, where the stress induced change of the phase velocity is maximum for a film thickness which is considerably smaller than the acoustic wavelength. For Ge/Si(001) compressed by 1 GPa the velocity shift of Sezawa modes reaches exceptionally high values of about 2

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

**Prognose der Ausbreitung von Waffenlärm mit Hilfe von Ray Tracing**Hofmann, Jan, Wunderli, Jean-Marc; Eggenschwiler, Kurt*EMPA Dübendorf (Schweiz), Abteilung Akustik/Lärmbekämpfung*

Es wird ein neues, auf PC implementiertes Modell zur Berechnung der Ausbreitung von Waffenlärm von kleinen und grossen Waffen vorgestellt. Für die Schallausbreitung ohne Hindernisse basiert das Modell auf einem 2-dimensionalen phasensensitiven Ray Tracing. Die Hinderiswirkung wird mit analytischen Methoden behandelt. In Fälle von Gebäuden etc. wird die Beugung an vertikalen Kanten ebenfalls berücksichtigt. Diffuse Schallreflexionen z.B. an Felswänden und Waldrändern werden mit einem empirischen Ansatz berechnet. Es werden erste Validierungsergebnisse vorgestellt.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

**Schalldämpfung durch rechtwinklige Umlenkungen**Lenz, Heino*AkuThermConsult GmbH, Düsseldorf*

In Umlenkungen erfolgt eine Dämpfung des sich in einem Kanalsystem ausbreitenden Schalls. Die Dämpfung ist abhängig von der Geometrie, der Frequenz und der Art der Kanalwandungen im Bereich der Umlenkung. Überschlägige Dimensionierungshinweise sind in VDI 2081 beschrieben. Für weitergehende Untersuchungen wurde ein Schalldämpferprüfstand aufgebaut, bei dem das Testobjekt eine rechtwinklige Umlenkung ist. Die Messungen erfolgten ohne überlagerte Strömung. Die rechtwinklige Umlenkung ist modular so aufgebaut, dass einzelne Bereiche der Kanalwandung alternativ schallhart oder schallabsorbierend wirken können. Dabei wurde ein freier Querschnitt von 200 mm x 200 mm konstant gehalten. Durch eine schallabsorbierende Auskleidung der Umlenkung erzielt man oberhalb der ersten ausbreitungsfähigen Quer-mode Zusatzdämpfungen, die jedoch durch den Einsatz von Leitblechen wieder deutlich gemindert werden. Es wird über Versuche berichtet, bei denen die schallharten Leitbleche durch gelochte Strukturen ersetzt werden. Ergänzend wurden die Leitbleche mit porösen Absorbieren belegt. In dem Schalldämpferprüfstand konnten an die Umlenkung zusätzlich bis zu zwei Stichleitungen angekoppelt werden. Durch diese schwach verlustbehafteten Stichleitungen konnten auch unterhalb der ersten ausbreitungsfähigen Quer-mode nennenswerte Dämpfungen erzielt werden.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

**Ultraschalluntersuchungen ausgewählter Alkoholmischungen bei 298.15 K**Zorebski, Edward*Inst. für Chemie, Schlesische Universität, Szkolna 9, 40006 Katowice, Polen*

Es werden Untersuchungen der Ultraschallgeschwindigkeit und der Ultraschallabsorption (mit Hilfe in unserem Labor gebauten Meßanlagen) einer Auswahl von binären Alkoholmischungen bei 298.15 K präsentiert. Zur Messung der Ultraschallgeschwindigkeit bei der Frequenz von 2.15 MHz wurde die „pulse-echo-overlap“-Methode angewendet. Der Ultraschallabsorptionskoeffizient wurde dagegen mit Hilfe des Impulsdurchschallungsverfahrens im Frequenzbereich 10-200 MHz ermittelt. Die Konzentrationsabhängigkeiten der Ultraschallgeschwindigkeit und des Ultraschallabsorptionskoeffizienten erweisen einen monotonen Verlauf für alle untersuchten Mischungen. Die aus Meßwerten berechneten Exzesswerte und Abweichungen vom „idealen“ Verhalten wurden als Funktion der Konzentration durch die Redlich-Kister-Polynome beschrieben. Die Ergebnisse wurden auf der Basis von molekularen Wechselwirkungen und im Hinblick auf die Struktur der reinen Komponenten analysiert und diskutiert.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

**Wie leise kann man ein Fahrzeug durch Kapselmaßnahmen machen ?**Patsouras, Dimitrios, Klaus Pfaffelhuber*FAIST Automotive GmbH & Co. KG*

Seit der Einführung der EG-Richtlinie 70/157/EWG Anfang der siebziger Jahre hat sich in Punkto Außengeräusch viel bewegt. Zwischen 1980 und 1996 wurde der Außengeräuschgrenzwert von 82 dB(A) auf 74 dB(A) gesenkt. Neben den primären Maßnahmen an Motor, Schalldämpferanlage und Ansaugsystem haben sekundäre Maßnahmen (Geräuschkapseln, Schallabsorber) einen wesentlichen Anteil zur Einhaltung des Grenzwertes geleistet. Durchleuchtet werden die einzelnen Entwicklungsschritte im Bereich der Motorkapseltechnik, der Anteil der Geräuschreduktion, welcher auf Sekundärmaßnahmen zurückzuführen ist und abschließend Entwicklungstrends und neue Konzepte.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

**Trittschalldämmung von Holzdecken bei niedrigen Frequenzen**

Schläpfer, R.

*Lignatur AG, Waldstatt, Schweiz*

Die Trittschalldämmung von Holzdecken wird sehr stark durch niederfrequente Schallübertragungen geprägt. Trittschallübertragungen unter 100 Hz tragen zwar zur Geräuschbelastigung bei, werden aber bei der Berechnung des bewerteten Norm-Trittschallpegel  $L'_{n,w}$  nicht mitberücksichtigt. Aus diesen Gründen ergibt sich die Notwendigkeit die Trittschalldämmung von Holzdecken bei niedrigen Frequenzen zu optimieren. Von der Lignatur AG wird ein Holzdeckenelement präsentiert bei dem ein neuer Ansatz zur effektiven Dämmung von diesen tieffrequenten Trittschallübertragungen verwirklicht wurde. In der Posterpräsentation werden Ergebnisse von Trittschallmessungen an den Deckenelementen vorgestellt.

Poster Donnerstag

Wandler, Physik. &amp; Techn. Akustik

**Numerische Simulation des Fahrzeuginnengeräusches bis 250 Hz**

Pribsch\*, Hans H., Irena Hauer\*, Herbert Fellner\*, Gernot Polt\*\*, Franz Brandl\*\*\*

\*Acoustic Competence Center GmbH, Inffeldgasse 25, 8010 Graz, Austria, \*\* Magna Steyr Engineering, Steyr Daimler Puch Fahrzeugtechnik, AG & Co KG, Liebenauer Hauptstraße 317, 8041, Graz, Austria, \*\*\* AVL List GmbH, Hans List Platz 1, 8020, Graz, Austria

Die Vorhersage des Innengeräusches durch numerische Simulation ist neben der Optimierung von Haltbarkeit und Crash-Verhalten ein Hauptziel in der Entwicklung moderner Kraftfahrzeuge. In diesem Beitrag wird eine Methodik zur Entwicklung eines präzisen numerischen Modells zur Simulation des Innengeräusches bis 250 Hz am Beispiel eines Sportwagens gezeigt. Systematische Vergleiche von gemessenen und berechneten Ergebnissen werden beschrieben beginnend mit Untersuchungen an Prinzipteilen, über die Rohkarosserie (BIW) bis hin zur ausgestatteten Karosserie.

Die Berechnungen werden mittels Finiter Elemente ausgeführt. Detaillierte Untersuchungen ermöglichten es, Kompetenz zur Abbildung von Einflüssen von Material- und Strukturparametern auf das Berechnungsmodell aufzubauen. Die Qualität des endgültigen Simulationsmodells wird anhand von Messergebnissen beurteilt.

**Integration von Spracherkennung in einem Automotive Multimedia System**Belhoula, Karim*SIEMENS VDO, Wetzlar*

Der Bedarf an Spracherkennung im Fahrzeug steigt mit dem Einsatz von modernen Multimediasystemen. Solche Systeme beinhalten eine Fülle von Applikationen, die mit herkömmlichen Eingabegeräten schwer zu bedienen sind. Im Rahmen des EU-Projektes INFORM wurde eine JAVA-basierende Multimedia-Plattform entwickelt, die es erlaubt, Dienste, die von verschiedenen Dienst Anbietern angeboten werden, zum Fahrzeug zu übertragen und zu installieren. Kern der Mensch-Maschine-Schnittstelle im Fahrzeug bildet ein Spracherkennungssystem, das für die Bedienung aller Applikationen eingesetzt wurde. In diesem Beitrag wird die Einbindung der Spracherkennung in das Fahrzeug-Terminal erläutert. Den Ausgangspunkt bildet ein sprecherunabhängiger Spracherkenner mit einer herstellereigenen Schnittstelle. Um die Austauschbarkeit der Spracherkenner zu gewährleisten, wurde eine standardisierte JAVA-Schnittstelle implementiert. Ein Spracherkennungsdienst, der die Priorisierung zwischen den Plattformapplikationen berücksichtigt, wurde entwickelt.

## Tagungsräumlichkeiten / The Conference Site

Die Hörsäle im Gebäude HZO (Hörsaal Zentrum Ost) sind mit H 10, H 20, ..., H 100 bezeichnet, wobei die Größe mit aufsteigender Nummerierung abnimmt. Der größte Hörsaal H 10 hat 840, der H 100 hat 83 Plätze. Im unmittelbar benachbarten Gebäude FNO (Forum-Nord-Ost) können vier kleine Seminarräume genutzt werden: Räume 73 und 74 (20 Plätze), Räume 77 und 78 (30 Plätze).

Das HZO hat vier für Besucher nutzbare Ebenen (von oben nach unten: 00, 01, 02, 03) und zusätzliche Zwischenebenen 00-01, 01-02, 02-03. Sämtliche Hörsäle können von zwei Ebenen aus betreten werden, d. h. es gibt untere Eingänge (Podium) und obere Eingänge. Für Ortsunkundige sind die unteren Eingänge jedoch oft nicht leicht zu finden, außer bei den größten Hörsälen H 10 und H 20. Die folgende Übersichtsskizze zeigt nur die wichtigsten Zugänge.

Um die Seminarräume im FNO aufzusuchen, sollte man das HZO nach Norden auf der Ebene 02 verlassen. Das FNO liegt dann gegenüber auf der anderen Seite der Straße. Der Eingang befindet sich etwas nach rechts versetzt.

Es folgen Pläne der drei Ebenen 00, 01 und 02 und ein Zufahrtsplan (siehe letzte Seite) zur Ruhr-Universität Bochum, der auch die Lage der für die Tagung relevanten Örtlichkeiten zeigt.

The lecture halls in building HZO (East auditoria center) are designated H 10, H 20, ... H 100, where the number of seats decreases with increasing numbers. The largest hall has 840 seats, the smallest 83. Immediately besides HZO there is the building FNO (North-East forum) where four seminar rooms are at our disposal, namely rooms # 73, 74 (20 seats each) and # 77, 78 (30 seats each).

The HZO building has four level open for visitors (from low to high: 00, 01, 02, 03) and further intermediate levels (00-01, 01-02, 02-03). All lecture halls can be accessed from two levels, i.e., there are entrances/exits on two levels each. For those who are not accustomed to the center, the lower level doors may be less easy to find - except those of lecture halls H 10 and H 20. The following schematic shows the more important entrances/exits.

In order to find the seminar rooms in building FNO, you should leave the HZO building through the North door on level 02. FNO is then directly opposite the driveway, with its entrance slightly to your right.

In the following, please find more detailed plans of the three HZO levels 00, 01 and 02, along with a schematic map to aid you find the Ruhr-Universität Bochum by car (last page). This map also informs about the location of auditorium center HZO, of the international meeting center IBZ (Beckmannshof) and of other locations relevant for the conference.

# HZO - Hörsaal Zentrum Ost

## Main floors

**00**

H10 upper entrances

H20 upper entrances

Poster

Cafeteria

Exhibition

**01**

H20 lower entrances  
(below floor 01)

H40, H50 next to

Conference office

Exhibition

**02**

H60 - H100

upper entrances

north exit to FNO

## Intermediate floors

**00-01**

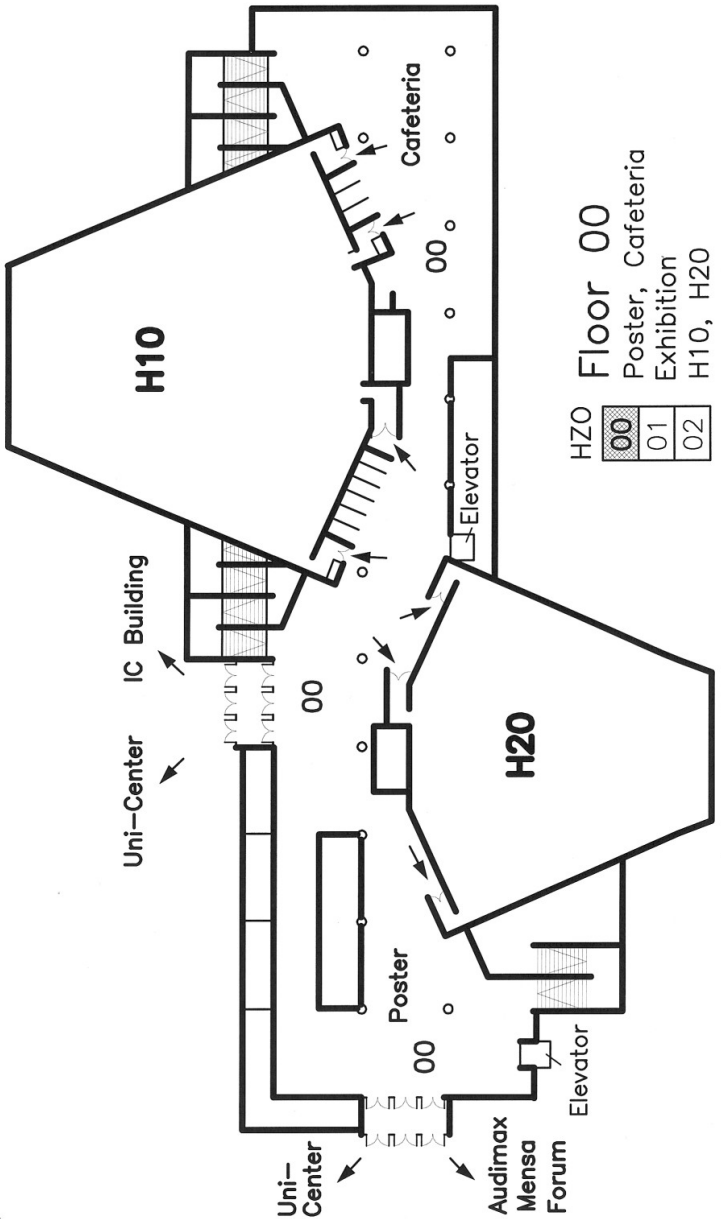
**01-02**

H10 lower entrances

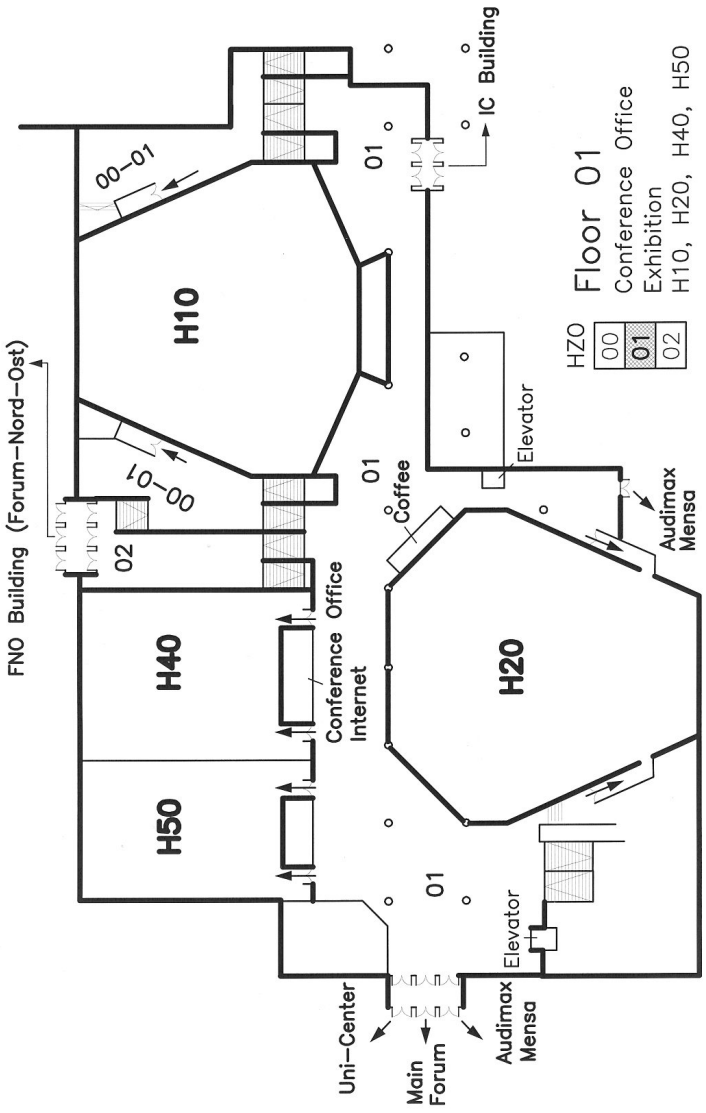
**02-03**

H30 upper entrances

Ruhr-Universität Bochum - Ebene 00 / Floor 00



Ruhr-Universität Bochum - Ebene 01 / Floor 01

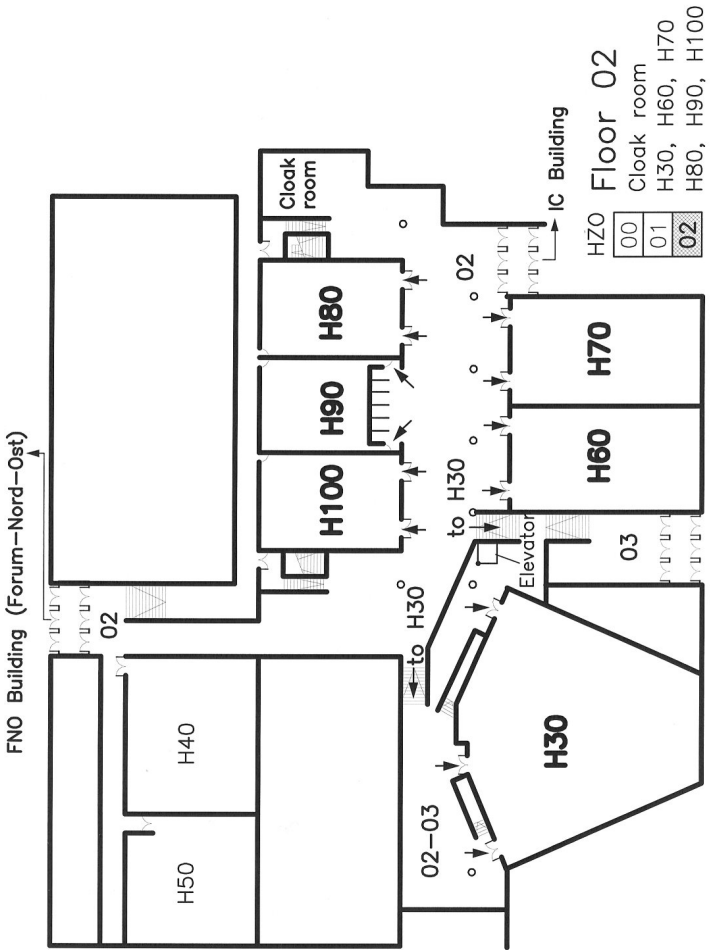


**Floor 01**  
 Conference Office  
 Exhibition  
 H10, H20, H40, H50

HZO

00
01
02

Ruhr-Universität Bochum - Ebene 02 / Floor 02



## Index

### A

Ahlers, F. J.	252
Ahnert, W.	266
Ahrens, C.	108
Alex, M.	66
Alter, F. C.	152
Altinsoy, M. E.	70
Altmann, J.	257
Altmeyer, P.	149
Anderson, S.	120
Andresen, E.	227
Angster, J.	255
Appel, J.	218
Arnold, K.	205
Arnold, W.	147
Ashfaq, M.	60

### B

Babisch, W.	282
Balduin, W.	190
Baller, J.	85, 86
Baltrusch, M.	274
Barriac, V.	91
Bartolomaeus, W.	131
Basner, M.	201
Bauers, Roland	75
Bazhenov, A. A.	290, 291
Becker, J.	224
Behler, G.	126
Bein, B. K.	146
Bein, J.	146
Belhoula, K.	295
Bellmann, M.	156
Benner, L.	148
Berg, D.	221
Berger, J.	64
Berglund, B.	234
Bergweiler, S.	254
Best, H.	190
Bethke, C.	270

Beuningen, G. W. J. van	161
Billeter, T.	267
Blachowicz, T.	56, 57, 84
Blau, M.	94
Blauert, J.	17, 19, 70
Blessing, S.	171
Blumrich, R.	165
Blumschein, E.	264, 275
Bodden, M.	157
Böhm, M.	287
Böhner, R.	124
Bogler, C.	195
Boonen, R.	187, 227
Bork, I.	125
Borkowski, M.	182
Borsch-Galetke, E.	101, 200
Borys, M.	115
Braasch, J.	48, 99, 274
Brandstetter, D.	106
Brandt, J.	58
Braun, S.	223
Breebaart, J.	128
Brendel, B.	88
Brink, M.	199, 285
Brinkmann, H.	104
Britz, Th.	85
Buchholz, J.	128
Buchta, E.	135
Büeler, R.	129
Buess, H.	201
Burkhart, C.	246
Buschmann, C.	145
Buss, S.	157
Bychto, L.	112, 113

### C

Carneiro, F. L. L. B.	96
Castor, F.	158
Chalupper, J.	196, 222
Chernov, V. V.	260

Chilla, E. . . 182, 252, 290, 291  
 Chritoc, M. . . . . 146  
 Chudalla, M. . . . . 132  
 Claessens, M. . . . . 124  
 Curdes, Y. . . . . 184, 185  
 Czyzewski, A. . . . . 288

**D**

Damaschke, J. . . . . 280  
 Daniel, P. . . . . 233  
 Dau, T. . . . . 194  
 de Avelar Gomes, M. H. . . . 95  
 Demkowicz, J. . . . . 250  
 Didenkulov, I. N. . . . . 260, 291  
 Dietz, E. . . . . 282  
 Dietz, M. . . . . 190  
 Drepper, F. R. . . . . 121, 276  
 Drescher, K. . . . . 127  
 Dreyer, D. . . . . 230  
 Drozdowski, M. . . . . 55  
 Dzida, M. . . . . 180

**E**

Ebbecke, J. . . . . 252  
 Eggenschwiler, K. . . . . 292  
 Eggert, U. . . . . 284  
 Ehret, G. . . . . 151  
 Eichenlaub, C. . . . . 156  
 Eichfeld, U. . . . . 115  
 Eisner, G. . . . . 190  
 El Gammal, S. . . . . 149  
 Elminowicz, A. . . . . 249  
 Engel, G. . . . . 127  
 Eriksen, A. . . . . 270  
 Ermert, H. 60, 87, 88, 148, 149,  
 150, 151  
 Ernst, S. . . . . 180  
 Estorff, O. von . . . . . 230, 255  
 Ewert, S. . . . . 194

**F**

Fankhauser, C. . . . . 122  
 Fastl, H. . 49, 65, 129, 130, 256  
 Fedtke, T. . . . . 115, 263

Fels, J. . . . . 263  
 Felscher-Suhr, U. . . . . 100, 261  
 Feneberg, G. . . . . 119  
 Fiedler, C. . . . . 248  
 Filipczynski, L. . . . . 59  
 Filippou, T. . . . . 65  
 Fingerhut, H.-P. . . . . 92  
 Finsterhölzl, H. . . . . 256  
 Firszt, F. . . . . 114, 144  
 Fischer F. . . . . 101  
 Fischer, H.-M. . 170, 171, 271,  
 272  
 Flannery, C. M. . . . . 252  
 Fleischer, G. . . . . 210  
 Fleischer, H. . . . . 253  
 Franck, U. . . . . 237  
 Fraune, M. . . . . 56, 84  
 Friedrich, T. . . . . 115  
 Fritze, D. . . . . 259  
 Fröhlich, H.-J. . . . . 252  
 Frommolt, K.-H. . . . . 183  
 Fruhmann, M. . . . . 129, 130  
 Fuchs, H. . . . . 133  
 Furmann, A. . . . . 71, 72, 234

**G**

Gaese, B. . . . . 155  
 Garcia, M. . . . . 87  
 Garcia-Schürmann, M. . . . . 88  
 Gawrysiak, J. . . . . 249  
 Gebler, A. . . . . 183  
 Geisler, R. . . . . 219  
 Genuit, K. . . . . 94, 102, 226  
 Gepert, M. . . . . 180  
 Gerges, S. N. Y. . . . . 95  
 Gerhard, H.-M. . . . . 64  
 Getzmann, S. . . . . 196  
 Gibkes, J. . . . . 146  
 Gierlich, H. W. . 63, 189, 190,  
 191  
 Giesler, H.-J. . . . . 235  
 Ginn, B. . . . . 270  
 Görne, T. . . . . 254

Goertz, A. ....	191, 192	Hiltawsky, K.M. ....	151
Goritzka, M. ....	164	Hirsch, K.-W. ....	136, 137
Gottlob, D. ....	169	Hirschfeld, D. ....	119
Goydke, H. ....	143	Hirse Korn, S. ....	147
Gramtorp, J. ....	270	Hobelsberger, J. ....	188
Grelowska, G. ....	177, 178	Höger, R. ....	76, 100, 261
Grelowski, A. ....	177	Hölscher-Höbing, U. ....	215
Grimm, G. ....	288	Hofbauer, U. ....	200
Grinn, B. ....	159	Hoffmann, C. ....	215
Groß, D. ....	245	Hoffmann, K. ....	149
Gros, L. ....	63	Hoffmann, R. ....	142
Gruber, A. ....	92	Hofmann, J. ....	292
Gudziol, S. ....	58	Hohmann, B. ....	74, 267
Güntherodt, G. ....	56, 84	Hohmann, V. ...	221, 288, 289
Guimaraes, J. H. D. ....	96	Hojan, E. ....	71, 234
Guisset, P. ....	78	Holstein, P. ....	237
<b>H</b>		Holtz, F. ....	273
Hachemi, Z. ....	78	Holube, I. ....	48
Hachmann, P. ....	184	Hoppe, N. ....	216
Härtel, K. ....	160	Huber, B. ....	104, 105
Hagmüller, M. ....	120	Huber, R. ....	232
Hammershøi, D. ....	46	Hudde, H. ....	17, 19, 47
Hanke, A. ....	190	Hübelt, J. ....	133
Hansen, M. ....	187	Hüttenmoser, C. ....	75
Hardtke, H.-J. ....	258, 259	<b>I</b>	
Hauptmann, P. ....	216	Irmer, V. ....	52
Haverkamp, M. ....	233	Izewska, A. ....	82
Hayre, H. S. ....	280	<b>J</b>	
Heckmann, A. ....	218	Jäger, S. ....	258
Heesen, W. von ....	225	Jakacki, J. ....	177
Heimann, D. ....	165	Jakob, A. ....	206, 207
Heinrichs, R. ....	157	Jakob, K. ....	206
Heise, B. ....	190	Janott, C. ....	130
Heisel, Uwe ....	283	Jekosch, U. ....	17, 19
Helfer, M. ....	66, 175	Jekosch, Ute ....	50
Hellbrück, J. ....	162, 194	Jenderka, K.-V. ....	58
Helms, J. ....	222	Jöst, R. ....	124
Heppler, M. ....	224	Johnen, A. ....	155
Herbertz, J. ....	186	Jorasch, U. ....	98
Hessinger, J. ....	273	Jud, S. ....	9
Hettig, C. ....	165	Jüschke, M. ....	103
Heute, U. ....	45		

Juric, P. .... 90

**K**

Kaack, M. .... 218

Kaczmarek, T. .... 98

Kaernbach, C. .... 195

Kalitzin, N. .... 80

Kandaswamy, S. .... 172, 208

Kastka, J. .... 101, 200

Keil, T. .... 282

Keitmann, O. .... 148

Kettler, F. .... 63, 189, 191

Kettler, W. .... 190

Klann, M. .... 117

Klatte, M. .... 130, 162

Klaus, H. .... 64

Kleber, J. .... 185

Klemenz, A. .... 58

Klemenz, M. .... 133, 263

Klett, F. .... 174

Klotz, D. .... 283

Klump, G. .... 47, 183

Klusek, Z. .... 177

Kob, M. .... 228, 242

Koch, C. .... 115, 117

Koch, P. .... 250

Koch, R. .... 290, 291

Költzsch, P. .... 173

König, F. M. .... 192, 265

Köster, S. .... 277

Kohlrausch, A. ... 109, 128, 193

Koka, A. .... 147

Kollmeier, B. .... 220

Koloska, U. .... 119

Konieczny, J. .... 71

Kordon, U. .... 142

Kordus, M. .... 232

Kosfelder, M. .... 122, 123

Kostek, B. .... 107, 288

Kozaczka, E. ... 176, 177, 178,  
214

Kröger, B. J. .... 278

Kraus, D. .... 215

Krebber, J. .... 190

Krebber, W. .... 94, 102

Krefting, D. .... 218, 251

Kröger, B. .... 228

Krömer, E. .... 215

Krüger, F. .... 167

Krüger, J. .... 158

Krüger, J. K. .... 85, 86

Krump, G. .... 160

Kubin, G. .... 120

Kühn-Innacker, H. .... 222

Kühne, K. .... 87, 88

Kühner, D. .... 100, 167, 204

Künzel, K. .... 141

Kunzmann, B. .... 202

Kurz, R. ... 139, 140, 165, 245,  
272

Kurz, T. .... 219

Kurze, U. J. .... 136, 204

Kutschera, H.-J. .... 217

**L**

Lacroix, A. .... 53, 275, 278

Langner, G. .... 223, 286

Lauterborn, W. . 218, 219, 250,  
251

le Coutre, A. .... 85

Leckschat, D. .... 69

Legowski, S. .... 114, 144

Leitmann, T. .... 238

Lentz, T. .... 67

Lenz, H. .... 239, 240, 292

Lerch, T. .... 133

Leschka, S. .... 211

Letens, U. .... 227

Li, J. .... 283

Liederer, W. .... 157

Liegl, R. .... 258

Lindau, O. .... 219

Linde, Bogumil B.J. \* ... 182

Lindinger, B. .... 251

Linev, L. .... 257

Linow, A. .... 209

Litjens, S. ....	142
Litniewski, J. ....	59
Lobastov, S. A. .	260, 290, 291
Löbert, J. ....	282
Lorenz, A. ....	87, 88
Lubniewski, Z. ....	178
Ludwig, Th. ....	62
Luks, N. ....	201

**M**

Maaß, H. ....	201
Makarski, M. ....	241
Malinski, M. ....	111, 112, 113
Marasek, A. ....	144
Marburg, S. ....	258, 259
Matuschek, R. ....	168
Mauermann, M. ....	220
Mawet, L. ....	201
Mayr, H. ....	166
Maysenhölder, W. ....	208
Meczynska, H. ...	112, 114, 144
Mehra, S.-R. ...	142, 175, 207, 244
Meier, A. ....	244
Meis, M. ....	130
Meister, M. ....	213
Mellert, V. ....	161, 168, 233
Meloni, T. ....	101
Mercier, V. ....	267
Metternich, F. ....	115
Mettin, R. ....	218, 250, 251
Michaelis, D. ....	120
Miklós, A. ....	255
Miller, M. ....	52
Milz, H.-J. ....	269
Möck, T. ....	139, 271, 272
Moeck, T.Möck, T. ....	271
Moeller, S. ....	155
Möller, S. ....	50, 62
Möser, M. ...	78, 206, 207, 260
Mommertz, E. ....	127
Moore, B. C. J. ....	97
Moszynski, M. ....	250

Mourjopoulos, J. ....	54
Mroz, B. ....	55
Müller, E. W. ....	201
Müller, J. ....	222
Müller, K. H. ....	159
Müller, U. ....	201
Müller-Wehlau, M. ....	220
Müllner, H. ....	138
Münch, J. ....	101

**N**

Nakladal, C. ....	282
Neise, W. ....	78, 79
Nentwich, F. ....	256
Neubauer, R. ....	107
Neuhaus, L. ....	79
Neusinger, A. ....	89
Niederdränk, T. ....	210
Niemas, M. ....	81
Nightingale, T. R. T. ....	268
Nix, J. ....	289
Nocke, C. ....	168
Notbohm, G. ....	262
Novo, P. ....	46
Nowicki, A. ....	59, 86
Nurzynski, J. ....	105
Nzidoum Fotsing, J. L. ....	146

**O**

Oberdanner, H. ....	235
Ochmann, M. ....	229
Ochse, Michael. ....	286
Oey, H. ....	161
Oliva, C. ....	77
Osetrov, A.V. ....	291
Otcenasek, Z. ....	253
Ozimek, E. ...	71, 73, 232, 281

**P**

Périard, F. ....	123
Par, S. van de. ....	193
Patsouras, C. ....	65, 162, 287
Patsouras, D. ....	65, 293
Pawlak, M. ....	114

Pelzl, J. .... 146, 218  
 Perepelittchenko, L. .... 290  
 Périard, F. .... 122  
 Perrey, C. .... 88  
 Pesavento, A. .... 87, 88  
 Petersen, S. .... 255  
 Petersson, B. .... 143  
 Petzold, E. .... 271, 272  
 Pfaffelhuber, K. .... 65, 293  
 Philippou, S. .... 88  
 Phillippou, S. .... 87  
 Piehler, C. .... 201  
 Pierz, K. .... 252  
 Piorr, D. .... 237  
 Pitsch, S. .... 255  
 Plath, G. .... 201  
 Plenge, G. .... 159  
 Plotizin, I. .... 138  
 Pöhl, B. .... 115  
 Pörschmann, C. .... 68  
 Polt, G. .... 122  
 Pompetzki, W. .... 203  
 Preis, A. .... 98  
 Priebisch, H. H. .... 294  
 Probst, W. ... 52, 104, 105, 135,  
 168  
 Przybilla, T. .... 203  
 Pustelny, T. .... 181  
 Puzik, A. .... 156  
 Pyshin, A. .... 189

**Q**

Quast, H. .... 287  
 Quickert, M. .... 164

**R**

Raabe, A. .... 205  
 Raake, A. .... 90  
 Rabold, A. .... 273  
 Raganowicz, A. .... 249  
 Ramachandraiah, A. . 172, 208  
 Ranostaj, F. .... 275  
 Raubold, I. .... 226

Raum, K. .... 58  
 Reichart, U. .... 225  
 Reinhold, F. .... 96  
 Reintges, F. .... 235  
 Reitz, K. .... 241  
 Rey, E. .... 201  
 Richter, B. .... 247  
 Richter, U. .... 115, 220  
 Röseler, A. .... 142  
 Ronnebaum, T. .... 156  
 Ronneberger, D. .... 103  
 Rosenberger, F. .... 191  
 Rottschäfer, M. .... 198  
 Roy, A. .... 267  
 Royar, J. .... 209  
 Rucker, C. .... 188  
 Rübsamen, R. .... 154  
 Rutkowski, L. .... 73

**S**

Saß, B. .... 83, 172, 206  
 Sagemühl, D. .... 203  
 Sakuma, T. .... 231  
 Samel, A. .... 201  
 Sander, V. .... 148  
 Sandermann, E. .... 270  
 Sarradj, E. .... 133, 231  
 Sas, P. .... 187, 227  
 Sawicki, A. .... 59  
 Schaden, Stefan .... 279  
 Schaible, M. .... 190  
 Scheck, J. .... 271, 272  
 Scheipers, U. .... 88  
 Schenke, H. W. .... 247  
 Scheuren, J. .... 176  
 Schierz, C. .... 199, 285  
 Schläpfer, R. .... 273, 294  
 Schlittmeier, S. .... 162  
 Schmahl, W. .... 218  
 Schmaus, I. .... 261  
 Schmidt, L. .... 203  
 Schmidt, S. .... 274  
 Schmitz, G. .... 61

Schmitz, O. ....	67	Soszynski, P. ....	214
Schneider, H. G. ....	248	Sottek, R. ....	94, 102
Schneider, M. ....	170, 171	Späh, M. ....	171
Schneider, S. ....	258	Spieß, V. ....	213
Schnell, K. ....	278	Springer, N. ....	156
Schnelle, F. ....	140, 245	Stücker, M. ....	149
Schön, F. ....	222	Stallmann, M. ....	282
Schönfelder, G. ....	216	Stange-Kölling, S. ....	246
Schoenwald, S. ....	268	Stark, H. ....	282
Scholl, W. ....	106, 246	Start, E. W. ....	161
Schreckenberger, D. ....	261	Stenschke, R. ....	256
Schreiner, O. ....	287	Stepanek, J. ....	253
Schröder, E. ....	244	Stepnowski, A. ....	109
Schröder, H. ....	139, 247	Storgaard-Larsen, T. ....	159
Schröger, E. ....	153	Strasser, H. ....	198
Schulte-Fortkamp, B. ...	74, 75, 225, 238	Straube, U. ....	252
Schulz, D. ....	141	Strese, V. ....	165
Schulz, J. ....	78	Stromkov, A. A. ....	260
Schulze, M. ....	201	Strube, H. W. ....	120
Schumacher, R. ...	83, 172, 206	Sworek, K. ....	71, 234
Schust, M. ....	282	Szczucka, J. ....	179
Schust, M. ....	284	Szudrowicz, B. ....	84
Schwarze, S. ....	262		
Schwinger, C. ....	58	<b>T</b>	
Secomski, W. ....	86	Talasz, W. ....	134
Seeber, B. ....	163, 164	Taschke, H. ....	184, 185
Sehrndt, G. ....	269	Tennhardt, H.-P. ....	125
Seidel, W. ....	290	Teuber, W. ....	199, 266
Sek, A. ....	73, 97	Thaden, R. ....	83, 140
Sellschopp, J. ....	212	Tillig, B. ....	148
Senge, T. ....	87, 88	Tortoli, P. ....	86
Shehata-Dieler W. ....	222	Tournour, M. P. M. ....	78
Siebers, S. ....	87, 150	Trautmann, U. ....	52
Silzle, A. ....	69	Trier, C. ....	70
Simon, K. ....	146	Turnwald, A. ....	69
Simonis, C. ....	223		
Sitepu, H. ....	218	<b>V</b>	
Skrodzka, E. ....	73	Vejvoda, M. ....	201
Smitmans, L. ....	58	Venghaus, H. ....	92
Sobotta, R. ....	116	Vietzke. ....	256
Sommerfeld, H.-J. ....	87, 88	Virnich, B. ....	188
Soroka, J. ....	182	Völker, C. ....	187
		Völker, E.-J. ....	199, 266

Vogelsang, B.... 168, 169, 197  
 Vogt, M. .... 149  
 Volz, R. .... 260  
 Vorländer, M. .... 95  
 Vorländer, M. .... 127  
 Vormann, M. .... 233  
 Vos, J. .... 263  
 Vykoupil, P. .... 257

**W**

Wójcik, J. .... 59  
 Wächter, F. .... 241  
 Wagner, H. .... 155  
 Wallmann, S. .... 225  
 Weber, L. .... 106, 244  
 Weber, R. .... 156, 157  
 Wedel, R. .... 93  
 Wegscheider, K. .... 282  
 Weißenborn, C. .... 243  
 Weise, W. .... 229  
 Welzl-Müller, K. .... 235  
 Wenzel, J. .... 201  
 Wenzel, W. .... 66  
 Werner, E. .... 238  
 Wicher, A. .... 73, 281  
 Wicker, K. .... 213  
 Wickern, G. .... 225  
 Wilde, A. .... 81, 259  
 Wilkening, W. .... 88  
 Wilkens, V. .... 117  
 Wille, P. .... 176  
 Willich, S. .... 282  
 Wirth, K. .... 199, 285  
 Wittkowski, T. .... 57  
 Wittstock, V. .... 270  
 Wixforth, A. .... 217  
 Wolff, M. .... 191, 192  
 Wunderli, J.-M. .... 292

**Y**

Yarovikov, V. I. .... 290, 291  
 Yasuda, Y. .... 231  
 Yohannes, T. .... 218

**Z**

Zagyva, N. .... 255  
 Zak, A. .... 180  
 Zakrzewski, J. ... 112, 114, 144  
 Zeibig, A. .... 80  
 Zeichart, K. .... 236  
 Zeitler, A. .... 194  
 Zhang, Y. .... 106  
 Ziegenhals, G. .... 254  
 Ziemann, A. .... 205  
 Zindeluk, M. .... 96  
 Ziobrowski, P. .... 55  
 Zorebski, E. .... 293  
 Zscherpel, D. .... 254

