

TUHH

Technische Universität Hamburg-Harburg



DAGA 2001

PROGRAMMHEFT

26. bis 29. März 2001

Technische Universität Hamburg-Harburg

Programmheft: Albert Sill

DEGA e.V. Geschäftsstelle
Universität Oldenburg
Physik/Akustik
D-26111 Oldenburg

Satzsystem: L^AT_EX 2_ε

Druck: Rösemeier Druck, Bad Zwischenahn

Inhaltsverzeichnis

Tagungsübersicht	3
Stundenpläne	5
Grußwort des Tagungsleiters	13
Hinweise zur Tagung	15
Hinweise zur Präsentation von Postern	27
Hinweise für Autoren von Vorträgen	28
Hinweise zu den Manuskripten	29
Montag	
Vorkolloquium „Raumakustische Simulation“	30
Vorkolloquium „Diskretisierungsmethoden“	35
Vorkolloquium „Geräuschkennzeichnung“ (NALS-Workshop)	41
Dienstag	
Eröffnung der DAGA 2001	44
DEGA Preisverleihungen	44
Bauakustik I	44
Strukturierte Sitzung Fahrzeugakustik I	51
Vorstellung der Poster	59
Strukturierte Sitzung Europäische Lärmschutzpolitik	60
Lehre in der Akustik	63
Visualisierung	66
Hydroakustik	67
Körperschall	69
Strukturierte Sitzung Sprache in IP-Netzen	70
Sprachqualität	75
Schallausbreitung	81
Blasendynamik	88
Aktive und passive Dämpfung	90
Lautheit	94
Audiolog. Akustik: CI, Physiologie, Tinnitus	98
Absorber	102
Mittwoch	
Plenarvortrag Hohmann	106
Plenarvortrag Noll	107
Bauakustik II	107
Strukturierte Sitzung Fahrzeugakustik II	112
Strukturierte Sitzung Lautsprecher I	117
Schienenfahrzeuge	122
Sprache: Hörgeräte, KFZ	126
Elektromechanische Analogie	130
Strömungsakustik	131
Ultraschall	135
Psychoakustik I	140
Strukturierte Sitzung Aktive Geräuschgestaltung	145

Donnerstag

Plenarvortrag Lerch	151
Plenarvortrag Möser	152
Bauakustik III	152
Raumakustik	155
Strukturierte Sitzung Fahrzeugakustik III	162
Strukturierte Sitzung Lautsprecher II	165
Numerische Methoden	168
Lärminderung	171
Sprache: Erkennung, Synthese	180
Elektroakustik	185
Musikalische Akustik	194
Schallschirme	200
Psychoakustik II	204
Strukturierte Sitzung Belästigung durch Schall	214
Strukturierte Sitzung Belästigung durch Lärm	219
Poster Absorber	224
Poster Bauakustik	224
Poster Musikalische Akustik	225
Poster Numerische Methoden	226
Poster Psychoakustik	226
Poster Raumakustik	230
Poster Sprache	231
Poster Ultraschall	235
Zufahrtsskizze zur TU Hamburg-Harburg	237
Campusplan der TU Hamburg-Harburg	238
Fotos einiger Gebäude der TU Hamburg-Harburg	239
Index der Autoren	240

Tagungsübersicht

Montag, 26.03.01

Wann	Wo	Was
11:00	DE15, Raum 0506	Vorkolloquium „Geräuschkennzeichnung“ (NALS Workshop)
13:30	ES40, Raum 0007	Vorkolloquium „Raumakustische Simulation“
13:00	SBS95, Raum 0.16	Vorkolloquium „Diskretisierungsmethoden“

Dienstag, 27.03.01

Wann	Wo	Was
09:00	Audimax I	Eröffnung
09:50	Audimax I	DEGA Preisverleihungen; Plenarvorträge der Preisträger
	SBS95	Posterausstellung
	NIT-Gebäude	Industrierausstellung
13:10	diverse	Fachvorträge
13:10	SBS95, Raum 0.16	Vorstellung der Poster
13:10	Audimax II	Strukturierte Sitzung „Fahrzeugakustik I“
13:10	ES40, Raum 0007	Strukturierte Sitzung „Sprache in IP-Netzen“
15:40	SBS95, Raum 0.16	Strukturierte Sitzung „Europäische Lärmschutzpolitik“
18:30	Mensa	geselliges Beisammensein (ab 18:30 Uhr)
20:30	Audimax I	öffentlicher Abendvortrag

Mittwoch, 28.03.01

Wann	Wo	Was
08:30	Audimax I	Plenarvorträge
09:00	DE22	Kontaktbörse
	SBS95	Posterausstellung
	NIT-Gebäude	Industrierausstellung
10:40	diverse	Fachvorträge
10:40	Audimax II	Strukturierte Sitzung „Fahrzeugakustik II“
10:40	SBS95, Raum 0.16	Strukturierte Sitzung „Lautsprecher I“
10:40	DE15, Raum 1520	Strukturierte Sitzung „Aktive Geräuschgestaltung“
14:50	Audimax I	DEGA Mitgliederversammlung
18:00	Rathaus HH	Empfang durch den Hamburger Senat
20:00	Elbe	Dampferfahrt

Donnerstag, 23.03.00

Wann	Wo	Was
08:30	Audimax I	Plenarvorträge
10:40	diverse	Fachvorträge
	SBS95	Posterausstellung
	NIT-Gebäude	Industrierausstellung
10:40	Audimax II	Strukturierte Sitzung „Fahrzeugakustik III“
10:40	SBS95, Raum 0.16	Strukturierte Sitzung „Lautsprecher II“
10:40	DE15, Raum 1520	Strukturierte Sitzung „Moderatoren der Belästigung durch Schalleinwirkung“ (Belästigung durch Schall)
14:00	DE15, Raum 1520	Strukturierte Sitzung „Lärmbelästigung“ (Belästigung durch Lärm)

Montag, 26.3.01: Stundenplan der VorkolloquienES40, Raum 0007: **Raumakustische Simulation**, W. Leschnik

Zeit	Vortrag
13:30	Leschnik: Einführung (30)
13:50	Winkler: Raumakustische Simulation I (30)
14:20	Tennhardt: Raumakustische Simulation II (31)
14:50	Völker: Modelle als Hilfsmittel (31)
15:20	<i>Pause</i>
15:40	Schmitz: Rechenverfahren und Validierung (32)
16:10	Bork: Raumsimulation zwischen Theorie und Praxis (33)
16:40	Dürrer: Simulation und virtuelle Umgebung (33)
17:10	Stephenson: Schallteilchen- und Radiosity-Methode (34)
17:40	Schlußdiskussion

SBS95, Raum 0.16: **Diskretisierungsmethoden**, O. von Estorff

Zeit	Vortrag
13:00	von Estorff: Einführung (35)
13:15	Moosrainer: Klassische und moderne Methoden zur Berechnung der Schallabstrahlung und der Schallanregung von Strukturen (35)
13:45	Wiebe: Akustiksimulation in der Automobilentwicklung – Möglichkeiten und Trends (36)
14:15	Gaul: Numerical Simulation of Noise Radiation from Rolling Tires (37)
14:45	Homm: Anwendung der FEM/BEM in der Hydroakustik (37)
15:15	<i>Pause</i>
15:45	Nolte: Zur Berechnung der akustischen Fluid-Struktur-Wechselwirkung auf der Grundlage der Kopplung von Randintegralgleichungen (38)
16:15	Ochmann: Ein iteratives GMRES-Verfahren zur Berechnung der Schallstreuung an zylinderähnlichen Strukturen (38)
16:45	Ihlenburg: Simulation von akustischer Wellenstreuung mit FEM höherer Ordnung, theoretische Grundlagen und numerische Experimente (39)
17:15	Bartsch: Lokale Verfeinerungen (40)

Geräuschkennzeichnung – Die EG-Maschinen- und “Outdoor”-Richtlinien

(siehe auch Seite 41)

DE15, Raum 0506: **Diskussionsleitung: H. Lazarus**

Zeit	Nr.	Vortrag
11:00		Lazarus: Begrüßung und Einführung
11:15	1	Irmer: Die neue EG-“Outdoor”-Richtlinie bezüglich der Geräuschemission von im Freien betriebenen Maschinen und deren Umsetzung in nationales Recht
11:45	2	Kurtz: Wie praxisgerechte C-Normen die Anwendung von EG-Richtlinien für den Maschinenhersteller erleichtern
12:15		Diskussion der Vorträge 1) und 2)
12:30		<i>Pause</i>
14:00	3	Beckert: Kontrolle der Richtlinienvorgaben durch behördliche oder autorisierte Stellen
14:30	4	Krämer: Geräuschangaben an Baumaschinen im Vergleich mit dem praktischen Betrieb
15:00		Diskussion der Vorträge 3) und 4)
15:15		<i>Pause</i>

DE15, Raum 0506: **Diskussionsleitung: V. Irmer**

15:45	5	Probst: Praxiserfahrungen mit der Anwendung von Geräuschemessnormen, insbesondere bei großen Maschinen
16:15	6	Neugebauer: Geräuschemissionsdatenbanken und ihr Nutzen bei der Gefährdungsbeurteilung, Beschaffung und Planung
16:45	7	Trautmann: Die Nutzung von Geräuschemissionsdaten zur Planung von Bauabläufen und geräuscharmen Baustellen
17:15		Diskussion der Vorträge 5) bis 7)

9:00	Audimax I: Eröffnung								
9:50	Audimax I: DEGA Preisverleihungen – Plenarvorträge der Preisträger								
11:55	<i>Mittagspause</i>								
	Audimax I	Audimax II	SBS95, Raum 0.16	ES38, Raum 018	ES40, Raum 0007	ES40, Raum 0008	ES40, Raum 0009	DE15, Raum 0506	DE15, Raum 1520
	Bauakustik I	Fahrzeugakustik I	Vorstellung der Poster	Lehre in der Akustik	Sprache in IP-Netzen	Schallausbreitung	Blasendynamik	Lautheit	
13:10	Fischer: massive Wände (44)	Weber: Dröhnen (51)	Kurzvorstellung der Posterbeiträge	Költzsch: neue Vorlesungen (63)	Berger: „mouth to ear“ (70)	Altmann: Verifikation (81)	Krefting: 3D-PTV (88)	Krebber: Schalldosis (94)	
13:35	Späh: EN12354-1, Teil 1 (45)	Bellmann: Vibrationen (51)		Schulz: Projektarbeiten (64)	Möller: Impairment-Faktoren (71)	Kell: Feldmessungen (81)	Holzfuß: Sonolumineszenz (89)	Hohmann: Orchestermusiker (95)	
14:00	Blessing: EN12354-1, Teil 2 (45)	Zerbs: Rauigkeit (52)		Klett: Lernumgebung (64)	Heute: Übertragungsqualität (72)	Bartolomaeus: Reifenabdruck (82)	Sankin: Blasendynamik (89)	Fastl: Printersounds (96)	
14:25	Burkhart: Treppen (46)	Hillebrand: Vibroakustik (53)		Leschka: Netzwerkmethoden (65)	Tilp: Qualitätsverbesserung (73)	Blumrich: vertikaler Wind (83)	Krefting: Translationsdynamik (89)	Grimm: fluktuierende Geräusche (96)	
14:50	Burkhart: Reihenhäuser (46)	Fellner: Visualisierung (53)			Gierlich: Testverfahren (74)	Vykoupil: 2714E / ISO9613-2 (84)	Lindau: Blasenkolaps (90)	Verhey: zeitl.-spektr. Effekte (97)	
15:15	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	

	Audimax I	Audimax II	SBS95, Raum 0.16	ES38, Raum 018	ES40, Raum 0007	ES40, Raum 0008	ES40, Raum 0009	DE15, Raum 0506	DE15, Raum 1520
	Bauakustik I	Fahrzeugakustik I	EU Lärmpolitik	Visualisierung	Sprachqualität	Schallausbreitung	aktive / passive Dämpfung	Aud. Ak. CI, Physiol., Tinnitus	Absorber
15:40	Groß: Wandschalen (47)	Hofmann: Geräuschbeeinflussung (54)	Irmer: EU Lärmpolitik (60)	Zipser: Wirbel (66)	Wagener: Schwerhörnde (75)	Meyer: Fluglärm (160)	Frommhold: Aktivkohlefilter (90)	Seeber: Lokalisation (98)	Milz: Reflexionsarme Räume (102)
16:05	Schnelle: Biege weiche Schalen (47)	Zaleski: Übertragungsfunktionen (55)	Stani: Lärmkenngrößen (60)	Lindner: Schallfelder (67)	Volberg: ergonomische Bewertung (76)	Trimpop: Geschosknalle (85)	Kurze: Reflexions-schalldämpfer (91)	Baumann: Sprachverständnis (98)	Pffafelhuber: mikroperforierte Absorber (103)
				Hydroakustik					
16:30	Kurz: GK-Wände Teil 1 (48)	Nentwich: Transferpfadanalyse (56)	NN: Dosis-Wirkung (60)	Wittek: Ozeane (67)	Timms: temporal resolution (77)	Hirsch: Geländeschirmung (86)	Boonen: combustion engines (91)	Laback: interne Repräsentation (99)	Schirmer: Kühldecken (103)
16:55	Kurz: GK-Wände Teil 2 (48)	Lehringer: Zweipol (57)	Gottlob: Berechnungsverfahren (61)	Wendt: Ortung (68)	Jekosch: Strukturanalyse (77)	Holstein: EXPO 2000 (87)	Lindner: Ing. ANC (92)	Weistenhöfer: Mittelohr (100)	Sarradj: Strömungswiderstand (104)
				Körperschall					
17:20	Möck: Treppenprüfstand (49)	Sell: Geräuschpfadanalyse (57)	Popp: Lärmkartierung (61)	Hübner: Balken (69)	Raake: Bedeutung (78)		Trimpop: Bewertung (93)	Taschke: Knochenschall (101)	Sarradj: offenporiger Asphalt (104)
17:45	Scheck: Montagetreppen (49)	Pflüger: Pathtracking (58)	Stöcker-Meier: Lärminderung (62)	Petersson: interfacemobility (70)	Balss: Sprechertransformation (79)		Krahé: 2 1/2-dim Schallfeld (93)	Langner: Tinnitus (101)	Lerch: Tortuosität (105)
18:10	Völker: Studios (50)	Dreyer: Infinite Elemente (59)	Irmer: EU Richtlinie (62)		Köster: Lombard-Sprache (80)			Pelz: Klangtherapie (102)	Hübel: in-Situ-Messverfahren (105)
18:30	Mensa: Geselliges Beisammensein (ab 18:30 Uhr)								
20:30	Audimax I: Öffentlicher Abendvortrag: Geib: Fahrzeugakustik								

Mittwoch, 28.3.2001, Teil 1

8:30	Audimax I: Plenarvortrag B.W. Hohmann: „Das Gehör in Gefahr – Stand und aktuelle Probleme bei der Prävention lämbedingter Gehörschäden“(106)								
09:25	Audimax I: Plenarvortrag P. Noll: „Sprach- und Audiocodierung“(107)								
10:15	<i>Pause</i>								
	Audimax I	Audimax II	SBS95, Raum 0.16	ES38, Raum 018	ES40, Raum 0007	ES40, Raum 0008	ES40, Raum 0009	DE15, Raum 0506	DE15, Raum 1520
	Bauakustik II	Fahrzeugakustik II	Lautsprecher I	Schienefahrzeuge	Sprache: Hörgeräte, KFZ	Strömung	Ultraschall	Psychoakustik I	Aktive Geräuschgestaltung
10:40	Scholl: Trittschallhammerwerk (107)	Miranda: Cockpit (112)	Krump: Modulationsverzerrungen (117)	Kalivoda: Europ. Lärmkataster (122)	Hamacher: Störreduktionsverfahren (126)	Költzsch: Aeroakustik (131)	Kühnicke: Bewertung (135)	Kohlrausch: Barkhausen, Feldtkeller (140)	Bodden: Staubsauger (145)
11:05	Halbe: Estrich (108)	Patsouras: Absorption (113)	Klippel: Auralisation (118)	Maire: Schiene (122)	Tontch: Signalerfassung (126)	Großer: Instabilitäten (132)	Hirse Korn: Kraftmikroskopie (136)	Dau: Basilmembran (141)	Spannheimer: Kraftfahrzeuge (146)
11:30	Thaden: Trittschalldämmung (108)	Van der Linden: Innenraumverkleidung (113)	Rausch: Optimierung (118)	Maire: Schienenwege (123)	Raß: Filterbänke (127)	Hübner: Rot. Zylinder (132)	Mettin: Kontrastmittel (136)	Patsouras: Phasendrehung (141)	Schirmacher: Grenzen ASD (146)
11:55	Pirschel: Schwingboden (109)	Baumann: Fahrzeugsitz (114)	Panzer: Membranformen (119)	Giesler: akust. Schliff (123)	Feneberg: Freisprecheinrichtungen (128)	Weber: Radialgebläse (133)	Sobotta: Optimierung (137)	Verhey: Spekt. Selektivität (142)	Necati: ANC (147)
12:20	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>	<i>Mittagspause</i>
ganztätig im Gebäude DE22 (Vorraum zum Audimax II) Kontaktbörse									

	Audimax I	Audimax II	SBS95, Raum 0.16	ES38, Raum 018	ES40, Raum 0007	ES40, Raum 0008	ES40, Raum 0009	DE15, Raum 0506	DE15, Raum 1520
	Bauakustik II	Fahrzeugakustik II	Lautsprecher I	Schienefahrzeuge	Sprache: Hörgeräte, KFZ	Strömung	Ultraschall	Psychoakustik I	Aktive Geräuschgestaltung
13:10	Meier: Leichthochlochziegel (110)	Kosfelder: elastische Bewegungen (115)	Behler: Hornlautsprecher (120)	Witte: U-Bahn (124)	Büchler: Automat. Programmwahl (129)	Kalitzin: Windkanal (134)	Tuckermann: Kaltgasfallen (137)	Huber: Audioqualität (143)	Alex: Ansaugsystem (148)
13:35	Schneider: Lochsteine (110)	Marburg: Srukuroptimierung (116)	Makarski: Vierpolparameter (120)	Lenz: Stadtbahnen (124)	Schultz: Störgeräuschbefreiung (129)	Borisyuk: Vaskular Stenosis (135)	Wilkens: Hydrophone (138)	Richter: Clicks (144)	Heinrichs: Soundsimulation (149)
					Elektromech. Analogie				
14:00	Weber: Lochsteinwände (111)	Völker: Resonanzabsorber (116)	Ferekidis: Dipollautsprecher (121)	Fischer: Eisenbahnen (125)	Hudde: Netzwerke (130)		Herbertz: Sicherheit (139)	Blumschein: Gehörleistung (144)	Schulz: Turbomaschinen (149)
14:25	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>
14:50	Audimax I: DEGA-Mitgliederversammlung								
17:00	Fahrt mit Öffentlichen Verkehrsmitteln in die Hamburger Innenstadt								
18:00	Empfang im Rathaus der Freien und Hansestadt Hamburg								
20:00	Dampferfahrt mit Abendessen (Reservierung erforderlich)								
ganztätig im Gebäude DE22 (Vorraum zum Audimax II) Kontaktbörse									

Donnerstag, 29.3.2001, Teil 1									
8:30	Audimax I: Plenarvortrag R. Lerch: „Computational Acoustics – Jüngste Entwicklungen, Trends und Perspektiven“ (151)								
9:25	Audimax I: Plenarvortrag M. Möser: „Schallschutzwände mit verbesserter Schattenwirkung“ (152)								
10:15	<i>Pause</i>								
	Audimax I	Audimax II	SBS95, Raum 0.16	ES38, Raum 018	ES40, Raum 0007	ES40, Raum 0008	ES40, Raum 0009	DE15, Raum 0506	DE15, Raum 1520
	Bauakustik III	Fahrzeugakustik III	Lautsprecher II	Lärminderung	Sprache: Erkennung, Synthese	Elektroakustik	Musikalische Akustik	Psychoakustik II	Belästigung durch Schall
10:40	Weber: Wärmedämmsysteme (152)	Ackermann: Kunststoffschläuche (162)	Wollherr: Lautsprecheraufstellung (165)	Probst: Geräuschdatenbank (171)	Eichner: Markovgraphen (180)	Podlaszewski: 6 Mikrophone (185)	Vorländer: Swing (194)	Valenzuela: Präzedenzeffekt (204)	Lercher: Management (214)
11:05	Koch: Prallscheiben (153)	Buss: Reifengeräusche (163)	Völker: Regieraum (166)	Ackermann: Sägezentrums (172)	Kordon: Multiband-Excitation (181)	Becker: Mikrophonarray (186)	Kob: Obertongesang (194)	Djelani: Präzedenzeffekt (205)	Schulte-Fortkamp: Moderation (215)
11:30	Hessinger: Steildächer (153)	Sottek: Außengeräusche (164)	Goertz: Line-Arrays (167)	Piorr: Windenergieanlagen (172)	Alefs: Speech segmentation (182)	Kettler: Echobeurteilung (186)	Braasch: Klais-Orgel Kyoto (195)	Tsakostas: Precedenceeffect (206)	Hohmann: Surroundscapes (216)
11:55	Seidel: Flankenübertragung (154)	Grundke: Motorräder (164)	Goertz: Line-Arrays (167)	Kuentz: Straßenbeläge (173)	Quast: nonverbale Merkmale (183)	Kleber: Hörsaalbeschallung (187)	Rajcan: Maple Wood (196)	Graf: Lokalisation (206)	Genuit: Umweltbeschreibung (217)
12:20	<i>Mittagspause</i>								
	Raumakustik		Numerische Methoden						
13:10	Gomes: Streugrade (155)		Hübner: Streifenstrahler (168)	Vogelsang: Verkehrsgeräusche (174)	Flach: Morphologische Inventare (184)	Torkler: TU-Harburg (188)	Fleischer: Gitarren (196)	Braasch: viele Quellen (207)	Remy: Soundscapes (218)
13:35	Neubauer: Nachhallzeit (156)		Czygan: gekoppelte Systeme (168)	Martinez: Lärm-minderungsplan (175)	Schnell: Rohrmodell (184)	Weise: Richtmikrophone (188)	Bamberger: Querflöte (197)	Nix: Störgeräusch (208)	Winkler: Lärm (218)

	Audimax I	Audimax II	SBS95, Raum 0.16	ES38, Raum 018	ES40, Raum 0007	ES40, Raum 0008	ES40, Raum 0009	DE15, Raum 0506	DE15, Raum 1520
	Raumakustik		Numerische Methoden	Lärmminderung		Elektroakustik	Musikalische Akustik	Psychoakustik II	Belästigung durch Lärm
14:00	Lamparter: Auralisation (157)		Brechlin: Strömungsgeräusche (169)	Prestele: Parkplatzlärm (175)		Beigelbeck: Elliptische Membranen (189)	Schaudel: Querflöte (198)	Seeber: AOÜ-Funktion (209)	Guski: Lästigkeitsurteile (219)
14:25	Then: Quellbreite (157)		Ehrlich: getauchte Strukturen (170)	Butorina: Noise management (176)		König: kopfnahе Quellen (189)	Ziegenhals: Kontrabass (198)	Deutsch: Übermaskierung (210)	Hallmann: kognitive Prozesse (219)
14:50	Langlotz: Wohnzentrum (158)		Kropp: Impedanz (171)	Teuber: Fluglärm (177)		Pastillé: 10db Schalter (190)	Graber: Audiotechnik (199)		Ortscheid: Belästigung (220)
15:15	<i>Pause</i>			<i>Pause</i>		<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>
							Schallschirme		
15:40	Hoffmeier: Theater Rheinsberg (158)			Said: Eisenbahnen (177)		Niederdränk: mikromechanische Wandler (191)	Beckenbauer: Wand-Aufsätze (200)	Chalupper: Halligkeit (210)	Beule: Straßenverkehr (220)
16:05	Harting: Kirche (159)			Meloni: Erschütterungsschutz (178)		Haupt: digitale Mikrophone (191)	Schwaiger: Aufsatzsystem (201)	Klemenz: Maschinenkomponente (211)	Wende: viele Quellen (221)
16:30	Meyer: Bachs Kirchen (160)			Krüger: Eisenbahnen (178)		Fedtke: Pegelmesser (192)	Wende: Vorbeifahrten (201)	Meis: Schall und Geruch (212)	Schreckenberg: Fensterstellung (221)
16:55	Taubert: Bundesrat (160)			Schulte-Fortkamp: Hubschrauber (179)		Hibbing: Studiomikrophon (192)	Volz: Aufsätze (202)	Vormann: Vergleich Tonhaltigkeit (213)	Felscher-Suhr: Vertrauen (222)
17:20	Tennhardt: kreisf. Grundriss (161)			Quehl: Flugzeug (179)		Van Beuningen: directivity synthesys (193)	Mehra: aufblasbare Schirme (203)	Sagemühl: DIN Tonhaltigkeit (213)	Möhler: Befragungen (223)
17:45	Vespermann: Hörsaal (162)						Jakob: Doppelfenster (203)	Püschel: Tonhaltigkeit (214)	Diskussion (223)

Grußwort des Tagungsleiters

Seit vielen Jahren hat die DAGA, die Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Akustik in Zusammenarbeit mit der DPG, der ITG und dem VDI, einen festen Platz im Terminkalender zahlreicher Fachkollegen. Sie gilt als die größte Akustiktagung im deutschsprachigen Raum und zieht von Jahr zu Jahr mehr Teilnehmer an. Vor allem auch für jüngere Kollegen aus Hochschule und Industrie bietet sie traditionsgemäß ein ideales Forum, um eigene Arbeiten vorzustellen und diese mit anderen Fachleuten zu diskutieren.

Im Rahmen der 25. DAGA in Berlin, die vor zwei Jahren in die Gemeinschaftstagung der ASA und des Forum Acusticum 1999 integriert worden war, entstand erstmalig der Gedanke, die diesjährige, 27. DAGA in Hamburg zu veranstalten. Nur eine kurze Zeit der Abstimmung war erforderlich und es stand fest: gastgebende Hochschule wird die Technische Universität Hamburg-Harburg sein – eine Herausforderung für die noch recht junge TU, deren Hörsaalkapazität erst kürzlich um ein neues Audimax mit 700 Plätzen erweitert wurde.

1998 feierte die TUHH, so die offizielle Kurzform für die Technische Universität Hamburg-Harburg, ihren zwanzigsten Gründungstag. Zwischen 1982 und 1991 ist auf dem TU-Campus in Hamburgs Süden ein architektonisch reizvolles Ensemble entstanden. Hier ist ein Campusgelände gewachsen, in dem sich die Backsteingebäude natürlich in die Parklandschaft einpassen. Durch die Verbindung des Schönen mit dem Funktionalen hat die Universität städtebaulich Zeichen gesetzt. 1980 wurde der Forschungsbetrieb aufgenommen, 1982/83 die Lehrtätigkeit. Heute arbeiten rund 100 Professorinnen und Professoren sowie 420 Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an der TUHH. Bei rund 4000 Studierenden eröffnet sich ein hervorragendes Betreuungsverhältnis. In der Campus-Parklandschaft ist vielfältiger Raum für Begegnungen und den fruchtbaren Gedankenaustausch gegeben. Die Stimmung ist einfach zu beschreiben: jung, dynamisch, unkonventionell, originell und kreativ – eine ideale Atmosphäre für die Entwicklung neuer Ideen in den Ingenieurwissenschaften. Keine Frage, dass sich die DAGA 2001 in idealer Weise in dieses Umfeld einfügt.

Im Rahmen der Tagung erwartet uns eine Vielzahl von interessanten Fachvorträgen, Diskussionen und Posterbeiträgen aus nahezu allen Bereichen der Akustik.

Schon am Montag werden im Rahmen von drei Vorkolloquien zu den Themen *Geräuschkennzeichnung* (NALS-Workshop), *Raumakustische Simulation* und *Diskretisierungsmethoden in der Akustik* erste Vorträge und Fachgespräche stattfinden. Nach der feierlichen Eröffnung am Dienstagmorgen geht es dann in mehreren Parallelsitzungen weiter.

Schwerpunktthemen sind u.a. die Bau- und Raumakustik, die Lärmausbreitung und -minderung, die Elektroakustik, die Psychoakustik, die Sprachverarbeitung, der Ultraschall und die Musikalische Akustik.

Auffallend ist das steigende Interesse an der Fahrzeugakustik, die als spezieller Themenbereich der DAGA erst durch den vor einem Jahr gegründeten Fachausschuss gleichen Namens ins Leben gerufen wurde. In seinem öffentlichen Abendvortrag wird Willi Geib, BMW Technik GmbH, einen einführenden Überblick zu dieser Thematik geben. Wir können uns auf einen sehr interessanten und unterhaltsamen Vortrag freuen, in dem auch die experimentelle Seite nicht zu kurz kommt.

Das Vortragsprogramm wird ergänzt durch sieben strukturierte Sitzungen, die von engagierten Kolleginnen und Kollegen zusammengestellt wurden. In diesem Jahr geht es um die Themen: *Aktive Geräuschgestaltung* (Bodden, Heinrichs), *Europäische Lärmschutzpolitik* (Irmer, Stani), *Fahrzeugakustik* (Widmann), *Lärmbelästigung* (Guski), *Lautsprecher* (Krump), *Moderatoren der Belästigung durch Schalleinwirkung* (Schulte-Fortkamp, Lercher), *Sprachübertragung und Sprachqualität in IP-Netzen* (Gierlich). Den Organisatoren möchte ich an dieser Stelle herzlich danken.

Erstmals werden die ausgestellten Poster im Rahmen einer eigenen Session vorgestellt. Diese ist bewusst auf den ersten Veranstaltungstag gelegt worden, damit alle Teilnehmer direkt im Anschluss, und natürlich auch in den folgenden Tagen, ausreichend Zeit haben, mit den Autoren über deren Posterbeiträge zu sprechen. Traditionsgemäß wird auch die Hamburger DAGA durch eine Industrieausstellung begleitet. Hier haben die Tagungsteilnehmer die Möglichkeit, sich über die neuesten kommerziellen Entwicklungen und Angebote auf dem Gebiet der Akustik zu informieren und aktuelle Fragestellungen mit Fachleuten aus der Praxis zu diskutieren.

Neu ist die Einrichtung einer Kontaktbörse. Am Mittwoch werden die Tagungsteilnehmer Gelegenheit haben, mit Ansprechpartnern aus namhaften Industrieunternehmen über ihren beruflichen Einstieg in die Praxis und über Fragen der Karriereplanung zu sprechen. Wir hoffen, mit diesem Angebot die DAGA gerade für junge Kollegen noch attraktiver zu machen.

Die Tagung wird abgerundet durch ein umfangreiches Rahmenprogramm, einer Mischung aus Besichtigungen, kulturellen Ereignissen und gesellschaftlichen Veranstaltungen. Lernen Sie die Weltstadt Hamburg persönlich kennen: bummeln Sie durch die Straßen der Innenstadt, die Parks, die zahlreichen Geschäfte und Arkaden, machen Sie einen Spaziergang entlang der Alster und erleben Sie die lebendige Atmosphäre am Hafen.

Auf ein geselliges Ereignis sei hier besonders hingewiesen: am Mittwochabend findet eine gemeinsame Fahrt auf der Elbe mit dem historische Raddampfer *Mississippi Queen* statt. Nutzen Sie die Gelegenheit und lernen Sie die Stadt Hamburg auch vom Wasser aus kennen.

Ich wünsche der DAGA 2001 einen erfolgreichen Verlauf und allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern einige erlebnisreiche Tage, gefüllt mit einem interessanten Informationsaustausch, angeregten Fachdiskussionen und vielen persönlichen Kontakten.

Herzlich willkommen an der
Technischen Universität Hamburg-Harburg!

Otto von Estorff
Wissenschaftliche Tagungsleitung

Hinweise zur Tagung

Die

27. Deutsche Jahrestagung für Akustik DAGA 2001

findet vom

26. bis 29. März 2001

in der

Technischen Universität Hamburg-Harburg

statt (am 26. März Vorkolloquien).

Tagungsort

Die Tagung findet auf dem Campus der Technischen Universität in Hamburg-Harburg statt. Parkplätze stehen in ausreichender Zahl zur Verfügung. Es besteht eine S-Bahn-Verbindung in die Hamburger Innenstadt (Fahrzeit ca. 20 Minuten). Die S-Bahn-Station ist von der TU Hamburg-Harburg aus in 10 Minuten zu Fuß zu erreichen.

Veranstalter

Veranstalter der Tagung ist die Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) in Zusammenarbeit mit der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE (ITG), dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG). Die wissenschaftliche Tagungsleitung obliegt

Prof. Dr.-Ing. Otto von Estorff.

Themen der Tagung:

Die Themen der Tagung sind, wie in jedem Jahr, **alle Gebiete der Akustik**, zum Beispiel

- Audiologische Akustik
- Bauakustik
- Fahrzeugakustik
- Hydro- und Geoakustik
- Körperschall
- Lärmausbreitung, Lärmschutz und Lärminderung
- Lärmwirkungen
- Lehre der Akustik
- Messtechnik
- Musikalische Akustik
- Numerische Verfahren in der Akustik
- Physikalische Akustik
- Psychoakustik
- Raumakustik
- Schallabsorber
- Schallwandler
- Sprachverarbeitung
- Ultraschall

sowie alle Fachgebiete, die interdisziplinär mit der Akustik verbunden sind.

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.itap.de>

zu erreichen ist. Sie können sich auch per e-mail anmelden unter daga2001@aku.physik.uni-oldenburg.de

Alternativ kann die Anmeldung auch schriftlich erfolgen. Bitte verwenden Sie das beiliegende Anmeldeformular.

Vorkolloquien

Am Montagnachmittag (26.3.2001) sind drei parallele Vorkolloquien vorgesehen:

- **Diskretisierungsmethoden (FEM/BEM) in der Akustik**, organisiert von Otto von Estorff
- **Raumakustische Simulation mit physikalischen und mathematischen Modellen**, organisiert von Werner Leschnik

- **Geräuschkennzeichnung – Die EG-Maschinenrichtlinie und die neue EG-Outdoor-Richtlinie** NALS-Workshop, organisiert von S. Jud.

Einführungen in das Thema Geräuschkennzeichnung werden von Vertretern des Umweltbundesamtes (UBA), der Bundessanstalt für Arbeitsschutz und Unfallmedizin (BAuU), des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), der Berufsgenossenschaften und der akustischen Beratungsbüros gegeben.

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

Die Teilnahme an den Vorkolloquien ist für DAGA-Teilnehmer gebührenfrei.

Strukturierte Sitzungen

Es wurden folgende Strukturierte Sitzung angemeldet:

- **Lautsprecher**

organisiert von den Fachausschüssen Elektroakustik der DEGA und der ITG (Fachausschuß 4.1), Kontakt: G. Krump.

Vorwort:

Anhand zahlreicher wissenschaftlicher Vorträge werden neueste Forschungsergebnisse über Beschreibungen des linearen elektrodynamischen Wandlerverhaltens mittels Ersatzschaltbilder, Meßmethoden zum nichtlinearen Großsignalverhalten des Lautsprechers sowie computergestützte Simulationstechniken auf Basis von Finiten bzw. Boundary Elementen vorgestellt. Neben der Zielsetzung eines optimierten linearen Übertragungsverhaltens treten hierbei Beschreibungen und Korrekturmöglichkeiten der entstehenden Verzerrungsprodukte bei großen Membranauslenkungen mehr und mehr in den Vordergrund. Anwendungsorientierte Untersuchungen über Wiedergabequalität in Regieräumen, Wandlerprinzipien für aktive Lärmbekämpfung, Audiowiedergabe durch Ultraschall sowie psychoakustische Untersuchungen runden die Vortragsreihe ab.

- **Fahrzeugakustik**

organisiert vom Fachausschuß Fahrzeugakustik, Kontakt: U. Widmann

- **Moderatoren der Belästigung durch Schalleinwirkung** (Belästigung durch Schall)

organisiert von B. Schulte-Fortkamp und P. Lercher

Vorwort:

Im Zentrum der Sitzung steht die Präsentation verschiedener bekannter Einflußgrößen auf die Belästigung durch Schalleinwirkung. Die

Diskussion soll sich um die Frage drehen, wie bedeutend der Einfluß von „Soundscapes“, „Enviroscapes“ und „Psychscapes“ auf die Belästigungsurteile ist, und wie eine Umsetzung dieser Erkenntnisse in die Praxis (Schallschutz, UVP) erfolgen könnte.

- **Lärmbelästigung** (Belästigung durch Lärm)

organisiert von R. Guski

Vorwort:

Es sollen neue und alte Erkenntnisse über dieses Thema zusammengetragen werden, v.a. hinsichtlich folgender Aspekte:

1. Definition der Belästigung,
2. kognitive Prozesse bei der Abgabe von Belästigungs-Urteilen,
3. juristische und politische Bedeutung der Belästigung bei der Lärmbekämpfung,
4. Möglichkeiten der Belästigungs-Minderung.

- **Sprachübertragung und Sprachqualität in IP-Netzen**

organisiert von H. W. Gierlich

Vorwort:

Ziel der Sitzung ist es, die besondere Problematik der Sprachübertragung über IP-Netze zu diskutieren. Dabei sollen Konzeption und Aufbau von Netzkonfigurationen und Terminals betrachtet werden. Besonders wichtig in diesem Zusammenhang sind Meßmethoden, auditiv sowie instrumentell, die zur Bestimmung der Sprachqualität herangezogen werden können. Ein weiterer Schwerpunkt der Sitzung soll die Planung von IP-Konfigurationen unter dem Gesichtspunkt der Sprachqualität sein.

- **Aktive Geräuschgestaltung**

organisiert von M. Bodden und R. Heinrichs

Vorwort:

Geräusche werden in der Regel inherent durch die (mechanische) Funktion eines Produktes hervorgerufen. Diese Abhängigkeit schränkt zum einen Möglichkeiten der Geräuschgestaltung ein und kann zum anderen zu hohen Kosten führen, da Geräuschenstehungsmechanismen verändert werden müssen. Demgegenüber werden bei „aktiven“ Methoden Geräusche zusätzlich generiert und mit den inherent entstehenden überlagert, so daß bei der Geräuschgestaltung eine größere Freiheit, Variabilität und häufig auch Kostenreduktion vorliegt. Beispiele aus der Fahrzeug- und Elektroindustrie werden den Nutzen und die Perspektiven dieser Methoden kritisch beleuchten.

• Europäische Lärmschutzpolitik

organisiert von V. Irmer

In ihrem Grünbuch "Künftige Lärmschutzpolitik" von 1996 hat die EU-Kommission einen Vorschlag für eine kohärente Lärmschutzpolitik gemacht, die darauf basiert, dass in Europa sowohl Emissions- als auch Immissionsregelungen harmonisiert werden sollen. Die Kommission hat durch die Einrichtung von Arbeitsgruppen auch einen organisatorischen Rahmen für die zukünftige Arbeit geschaffen. Über die Arbeitsweise in der Kommission und die erzielten Ergebnisse – insbesondere Richtlinien und Richtlinienvorschläge – wird berichtet.

Posterpräsentationen

Die Veranstalter der DAGA 2001 möchten die Posterpräsentationen weiter aufwerten. Ein günstiger Standort der Poster (im Bereich des Tagungsbüros, Gebäude SBS95), deren Präsentation in einer eigenen Session sowie die **Prämierung des besten Posters** sollen dazu beitragen, dass Poster eine ebenso große Wirkung haben wie mündliche Präsentationen.

Der Preis für das beste Poster wird zu Beginn der DEGA-Mitgliederversammlung am Mittwoch, 28. März 2001, Audimax I, verliehen.

Selbstverständlich erhalten Poster den gleichen Raum im Tagungsband wie mündliche Beiträge.

Öffentlicher Abendvortrag

Der Öffentliche Abendvortrag am Dienstagabend wird von *Dipl.-Ing. Willi Geib* (BMW Technik GmbH) zum Thema **Fahrzeugakustik** gehalten werden.

Industrierausstellung

Integraler Bestandteil der DAGA 2001 ist die Industrierausstellung. Wenn Sie einen Messestand reservieren möchten, wenden Sie sich bitte umgehend an die Tagungsorganisation. Es sind nur noch wenige Standplätze zu vergeben. Ihr Ansprechpartner ist **Herr Zaleski** (Tel.: 040 42878 2351, e-mail: o.zaleski@tu-harburg.de).

Kontaktbörse

Am Mittwoch, 28. März 2001, wird erstmalig im Rahmen der DAGA eine Kontaktbörse organisiert. Hier werden die Tagungsteilnehmer Gelegenheit haben, mit Ansprechpartner aus namhaften Industrieunternehmen über ihren beruflichen Einstieg in die Praxis und über Fragen der Karriereplanung zu sprechen. Wenn Sie einen Platz für Ihr Unternehmen reservieren möchten, wenden Sie sich bitte umgehend an die

Tagungsorganisation. Ihr Ansprechpartner ist **Herr Dreyer** (Tel.: 040 42878 4233, e-mail: d.dreyer@tu-harburg.de).

Exkursionen / Rahmenprogramm

Rahmenprogramm: Dienstag, 27. 3. 2001

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
—	Vormittag	Eröffnungsveranstaltung Feierliche Eröffnung der DAGA 2001 im Audimax I der Technischen Universität Hamburg-Harburg; Preisverleihung und Plenarvorträge der Preisträger. www.tuhh.de/	frei
1	14:00-16:00	Stadtrundfahrt Lernen Sie die Sehenswürdigkeiten der nord-deutschen Metropole kennen. www.hamburg-tourism.de/hamburg-erleben/sightseeing.html	16 DM
2	16:30-17:30	Hafenrundfahrt Entdecken Sie den Hafen mit seinen Werften, den Docks, dem Containerhafen und dem Hafenbecken. www.hafen-hamburg.de/home.htm	10 DM
—	18:30-20:30	Geselliges Beisammensein ab 18:30 Uhr: Rustikales Buffet in den Räumen der Mensa der TU Hamburg-Harburg. Für musikalische Unterhaltung sorgt die „ DEGA Jam “, eine <i>Jam Session</i> aus den Reihen der DAGA-Teilnehmer. Es kann jeder mitspielen, der eine gewisse Fertigkeit in den Musikrichtungen <i>Jazz und Swing</i> mitbringt.	frei

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
—	20:30	<p>Öffentlicher Abendvortrag Herr Dipl.-Ing. Willi Geib (BMW Technik GmbH) wird zum Thema „Fahrzeugakustik“ vortragen. Gewinnen Sie anhand eindrucksvoller Experimente einen Eindruck von der vielfältigen Welt der Fahrzeugakustiker. Der Vortrag ist öffentlich, d.h. auch Gäste, die nicht an der Tagung teilnehmen, sind herzlich willkommen!</p>	frei

Rahmenprogramm: Mittwoch, 28. 3. 2001

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
3	9:00-12:30	<p>Besichtigung der Werft Blohm + Voss und des alten Elbtunnels Zu Hamburg gehören der Hafen und Blohm + Voss. Seit 1877 steht der Name des Unternehmens für Qualität im Schiff- und Maschinenbau. Führung durch die Werft und den alten Elbtunnel. www.blohmvooss.com</p>	15 DM
4	12:00-13:30	<p>Besichtigung der Hamburger Michaeliskirche und ihrer Orgeln Der Turm der Michaeliskirche mit seinem charakteristischen Helm, der wie ein kuppelbekrönter Rundtempel aussieht, ist das Wahrzeichen Hamburgs und wird liebevoll „<i>der Michel</i>“ genannt. Die Kirche selbst ist einer der bedeutendsten Barockbauten. Die Führung enthält ein Orgelspiel und die Besichtigung der drei Orgeln im Michel: die kleine Grollmann-Orgel im Altarraum, die Marcussen-Orgel auf der Konzertempore und die große Steinmeyer-Orgel mit ihren 85 Registern und 6665 Pfeifen. www.st-mi.de</p>	10 DM

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
5	15:00-17:00	Führung „Die Speicherstadt – Warenlager der Welt“ Die hundertjährige Speicherstadt ist der weltgrößte zusammenhängende Lagerhauskomplex. Hier erwartet Sie eine Idylle, die Sie wohl kaum in einem Welthafen vermutet hätten: wilhelminische Backsteingotik der Gründerzeit, bizarre Giebel und Türmchen, die sich in den Fleeten spiegeln. www.hamburg-highlights.de/main/Speicherstadt.html	13 DM
—	18:00-19:00	Empfang im Rathaus Sektempfang auf Einladung des Hamburger Senats im Rathaus der Hansestadt. www.hamburghighlights.de/main/Rathaus.html	frei
6	20:00-22:30	Dampferfahrt auf der Elbe – Ein geselliger Höhepunkt: Fahrt mit Europas einzigem Schaufelraddampfer „ Mississippi Queen “ auf der Elbe. Das Abendessen vom Buffet ist im Preis enthalten. Ein Schiff mit einem unvergleichlichem Charakter. Es ist 62 Meter lang und 11,40 Meter breit. Die Schornsteine haben eine Höhe von 17,50 Meter. www.kapitaen-pruesse.de/	45 DM

Rahmenprogramm: Donnerstag, 29. 3. 2001

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
7	9:00-12:00	Besichtigung der Firma EADS Airbus Die <i>European Aeronautic Defence and Space Company</i> (EADS) ist Europas größtes Luft- und Raumfahrtunternehmen. Führung durch die Produktionsstätten des Airbus A319, A321, A318 und A320. www.eads-nv.com/eads/de	12 DM

Nr.	Zeit	Veranstaltung	Preis
8	14:00-15:30	Hamburg Dungeon In den alten Gemäuern der Speicherstadt erwarten Sie 2000 Jahre Geschichte – bereit, das Grauen noch einmal über die Menschheit zu bringen. Tauchen Sie ein und folgen Sie den Spuren Störtebeckers, erleben Sie das große Feuer von Hamburg und blicken Sie auf die dunkle Seite der Historie dieser Hansestadt. Hightech-Installationen, aufwendige audiovisuelle Systeme und modernste Licht-, Feuer- und Spezialeffekte ermöglichen Ihnen eine authentische Zeitreise durch die Geschichte der Stadt. www.hamburg-tourism.de/hamburg-erleben/dungeon_frame.html	15 DM
9	14:30-15:30	Hafenrundfahrt Entdecken Sie den Hafen mit seinen Werften, den Docks, dem Containerhafen und dem Hafenbecken. www.hafen-hamburg.de/home.htm	10 DM
10	16:00-18:00	Stadtrundfahrt Lernen Sie die Sehenswürdigkeiten der nord-deutschen Metropole kennen. www.hamburg-tourism.de/hamburg-erleben/sightseeing.html	16 DM

Anmerkungen:

Bitte buchen Sie verbindlich unter Angabe der Buchungsnummer und des Titels der Veranstaltung. (www.dega.itap.de)

Bei einigen Veranstaltungen ist die Teilnehmerzahl begrenzt. Bitte buchen Sie unbedingt rechtzeitig.

Sofern Sie die Dampferfahrt schon bei der Anmeldung gebucht haben, sollten Sie hier nicht doppelt buchen!

Bei zu geringer Teilnehmerzahl behalten wir uns vor, einzelne Veranstaltungen abzusagen.

Ihr Ansprechpartner ist **Herr Wandel** (Tel: 040 42878 8242, e-mail: wandel@tu-harburg.de)

DEGA-Mitgliederversammlung

Am Mittwoch, 28. März 2001, wird im Audimax I 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.

Fachauschuß- und Gremiensitzungen

Während der DAGA werden wieder viele DEGA-Fachauschüsse tagen. Überschneidungen mit anderen Terminen sind kaum zu vermeiden. Die Vorsitzenden der Fachauschüsse werden aufgefordert, frühzeitig einen Sitzungsraum bei der Tagungsorganisation zu reservieren.

Über Ort und Zeit der Gremiensitzungen (Vorstand, Vorstandsrat, DAGA-Beirat) werden die jeweiligen Gremiumsmitglieder gesondert informiert.

Teilnahmegebühren

Die Teilnahmegebühren entnehmen Sie bitte der Tabelle 2, Seite 25. Das **Paketangebot** (Gruppe 1) für Nicht-DEGA-Mitglieder umfaßt neben der Tagungsteilnahme die **volle persönliche Mitgliedschaft in der DEGA** incl. des Mitgliedsbeitrags für ein Jahr. Dieses Paketangebot ist aufgrund der geringen Differenz zur regulären Teilnahmegebühr sehr attraktiv. (Das Paketangebot gilt nicht für DEGA-Mitglieder.)

Bei Anmeldung nach dem 31.1.2001 erhöhen sich die Teilnahmegebühren der Gruppen 1 bis 5 um 50,- DM.

Bankverbindung

Überweisen Sie bitte die Teilnahmegebühr auf folgendes Konto:

Konto-Nr.: 108 51509 00, Oldenburgische Landesbank, Bankleitzahl 280 200 50.

Unterkunft

Ihr Ansprechpartner für Hotelbuchungen sowie für Ihre An- und Abreise ist:

Globetrotter Reisebüro GmbH

Abteilung Sonderreisen

Karsten Abel

Dingstätte 16

25421 Pinneberg

Tel.: 0180 223 72 39 (12 Pf. pro Anruf) oder

Tel.: 04101 54 50 55

Fax: 04101 54 50 60

E-mail: abel@globetrotter-reisen.de

Web: <http://www.globetrotter-reisen.de>

Die zur Verfügung stehenden Hotelkategorien in Hamburg-Harburg, Hamburg (Innenstadt) und Umgebung (bis ca. 50 km entfernt) entnehmen Sie bitte der Tabelle 3, Seite 26.

Gruppe	Mitglieder ⁽¹⁾	studierend	Rentner ⁽²⁾	Tagungsband	DM früh ⁽³⁾	DM spät ⁽⁴⁾
1 ⁽⁵⁾	nein	nein	nein	ja	330,-	380,-
2	nein	nein	nein	ja	320,-	370,-
3	nein	nein	ja	ja	160,-	210,-
4	ja	nein	nein	ja	220,-	270,-
5	ja	nein	ja	ja	110,-	160,-
6	nein	ja	nein	nein	50,-	50,-
7	nein	nein	ja	nein	50,-	50,-
8	ja	ja	nein	nein	30,-	30,-
9	ja	nein	ja	nein	30,-	30,-

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

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

(3): Gebühr bis einschl. 31. Jan. 2001

(4): Gebühr ab dem 1. Feb. 2001

(5): *Paketangebot:*

Tagungsteilnahme *plus* Neu-Mitgliedschaft in der DEGA

Tabelle 2: Teilnahmegebühren der DAGA 2001

Adressen

a) Anmeldungen

- *Teilnahme, Vorträge, Poster:*

DEGA Geschäftsstelle; Dr. Albert Sill

Universität Oldenburg; Physik / Akustik

D-26111 Oldenburg

Tel.: +49 441 798 -3572/-3561

Fax: +49 441 798 -3698

e-mail: DAGA2001@aku.physik.uni-oldenburg.de

<http://www.dega.itap.de>

- *Industrierausstellung:*

Dipl.-Ing. Olgierd Zaleski

TU Hamburg-Harburg; AB 3-04

D-21071 Hamburg

Tel.: +49 40 42878 -2351

Kategorie	DZ/Fr ⁽¹⁾	EZ/Fr ⁽²⁾	3Z/Fr ⁽³⁾
I	280 – 350	200 – 250	auf Anfrage
II	220 – 280	150 – 200	auf Anfrage
III	150 – 220	100 – 150	auf Anfrage

⁽¹⁾: Doppelzimmer mit Frühstück

⁽²⁾: Einzelzimmer mit Frühstück

⁽³⁾: Dreibettzimmer mit Frühstück

Die Preise verstehen sich in DM/Nacht.

Tabelle 3: Hotelkategorien und -preise

Fax: +49 40 42878 -2028

e-mail: o.zaleski@tu-harburg.de

- *Kontaktbörse*

Daniel Dreyer, M.S.

TU Hamburg-Harburg; AB 3-04

D-21071 Hamburg

Tel.: +49 40 42878 -4233

Fax: +49 40 42878 -2028

e-mail: d.dreyer@tu-harburg.de

b) Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr.-Ing. Otto von Estorff

TU Hamburg-Harburg; AB 3-04

D-21071 Hamburg

Tel.: +49 40 42878 -3120

Fax: +49 40 42878 -2028

e-mail: estorff@tu-harburg.de

Termine

- *31. Januar 2001*: letzter Termin für die Einzahlung der regulären Teilnahmegebühren
- *26. März 2001*: Vorkolloquien
- *27. März bis 29. März 2001*: DAGA-Tagung, Abgabe der druckfertigen Tagungsbeiträge
- *Sommer 2001*: Versand der Tagungsbände

Hinweise zur Präsentation von Postern

Posterbeiträge stehen Vorträgen in nichts nach. Im Gegensatz zu diesen werden Poster während der gesamten Tagung präsentiert. Der interessierte Betrachter hat wesentlich länger Zeit, sich mit dem Thema des Posterbeitrags auseinanderzusetzen. Oft ergeben sich über Poster sehr anregende Diskussionen.

Zudem werden erstmalig alle Poster am Dienstag, 27. März 2001, SBS95, Raum 0.16 in einer gemeinsamen Session vorgestellt (5 Minuten pro Beitrag). Hierzu sind maximal drei Folien vorzubereiten.

Im Tagungsband werden Posterbeiträge selbstverständlich ebenfalls im gleichen Umfang von 2 DIN A 4 Seiten wie Vorträge veröffentlicht.

Das beste Poster wird prämiert. Die Preisverleihung erfolgt zu Beginn der DEGA-Mitgliederversammlung am Mittwoch, 28. März 2001, 14:50 Uhr, im Audimax I.

Für die Posterausstellung werden Stellwände bereitgestellt, an denen die Poster präsentiert werden. Die Stellwände werden in der Nähe des Audimax II und des Tagungsbüros aufgebaut, so dass mit regem Besucherinteresse gerechnet werden darf.

Für jedes Poster steht eine Fläche entsprechend $900 \times 1400 \text{ mm}^2$ im Hochformat zur Verfügung.

Die Stellwände sind mit dem Namen des Autors gekennzeichnet. Zusätzlich liegt am Tagungsbüro ein Plan aus.

Befestigungsmaterial wird zur Verfügung gestellt.

Hinweise zum 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 die Ansprechperson gerade in einer Diskussion mit anderen Tagungsteilnehmern ist. Es sollte möglichst häufig, insbesondere in den Vortragspausen, eine (mit dem Thema des Posters vertraute) Ansprechperson am Poster für Fragen und Diskussionen bereitstehen.

Um zu erreichen, dass das Poster „selbsterklärend“ ist, bedenken Sie folgende „Elemente“ der Präsentation, die z.B. auf je einem Blatt 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, weitere Aufgaben für die Zukunft

Bedenken Sie bei diesen Punkten auch den Fluß der Gedanken. Der Betrachter sollte durch eine entsprechende Anordnung der Elemente durch das Poster „geführt“ werden und nicht „springen“ müssen.

Graphiken und Fotos erregen erheblich mehr Aufmerksamkeit beim Betrachter als längere Texte. Eventuell sollte Text sogar nur spärlich verwendet werden. „Ein gutes Bild sagt mehr als 1000 Worte“. Vermeiden Sie jedoch Hochglanzfotos wegen der möglichen Blendwirkung. Auch zu viele Farben wirken eher verwirrend. Weniger bewirkt manchmal mehr.

Bedenken Sie, dass *Bildunterschriften* unter Zeichnungen, Graphiken, Diagrammen etc. besonders wichtig sind. Ein Poster sollte allein durch das Lesen der Bildunterschriften den wesentlichen, wenn nicht den gesamten Inhalt der Arbeit vermitteln.

Von gleicher Bedeutung ist eine *Zusammenfassung* (Abstract) für eilige Leser. Hierin sollten gleichfalls alle wichtigen Informationen über die Arbeit bereits enthalten sein.

Texte, insbesondere Überschriften, sollten in ausreichend großer Schrift dargestellt werden. Sie sollten aus mindestens 1 m Abstand gut und leicht lesbar sein.

An den Stellwänden können neben Blättern und Abbildungen auch kleinere, leichte Gegenstände präsentiert werden (z.B. Materialproben, kleine Gegenstände aus einem Versuchsaufbau etc.), aber auch ein selbst mitgebrachter Recorder oder CD-Spieler (Akkubetrieb) mit Schallbeispielen, dargeboten über Kopfhörer, ist denkbar.

Hinweise für Autoren von Vorträgen

Der Stundenplan der Tagung richtet sich **streng** nach folgenden 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 ein geordneter Tagungsablauf gesichert.

Die Vorträge sollten also zeitlich 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 Vortragdauer von 15 min ein.

Medien

In jedem Vortragssaal wird ein Rechner mit einem angeschlossenen Beamer installiert, so daß Bildschirm-Präsentation (z.B. Microsoft PowerPoint) möglich sind. Es ist nicht nötig, daß Sie Ihren eigenen Laptop o.ä. mitbringen, um damit Ihre Bildschirmpräsentation vorzuführen. An den Beamern sind Rechner angeschlossen. Die Bildschirmauflösung ist 1024×768 Bildpunkte. Wenn Sie eine Präsentation mit Rechnerunterstützung planen, so senden Sie uns rechtzeitig vor der Tagung Ihren Beitrag zu (per e-mail oder CD), damit wir testen können, ob die Präsentation mit der vorhandenen Hardware klappt. Nehmen Sie in diesem Fall unbedingt rechtzeitig vorher Kontakt mit **Herrn Czygan** (Tel.: 040 42878 2814, e-mail: czygan@tu-harburg.de) auf.

Hinweise zu den Manuskripten

Die Manuskripte der Beiträge (Vorträge und Poster) werden in dem Tagungsband „Fortschritte der Akustik – DAGA 2001“ 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 10mm betragen. Überschrift, Autorennamen und Adresse sollen einspaltig zentriert formatiert werden. Der Rand sollte rechts und links nicht weniger als 10mm, oben und unten nicht weniger als 15mm betragen. Die Schriftgröße sollte 9 Punkte nicht unterschreiten.

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

Die Manuskripte werden in der Form gedruckt, 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. Alternativ kann die elektronische Version des Manuskripts auch via *anonymous FTP* auf den Server der DEGA übertragen werden: `ftp.dega.itap.de`

Die Tagungsbände werden ab etwa im Herbst 2001 an die Autoren von Postern und Vorträgen versendet. (Zusätzliche) Tagungsbände können beim Tagungsbüro während der Tagung oder anschließend bei der DEGA-Geschäftsstelle bestellt werden.

Mo. 13:30 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Raumakustischen Simulation – Eine Einführung

Werner Leschnik

Technische Universität Hamburg-Harburg

Die akustische Simulation wird seit vielen Jahren benutzt, um bereits im Planungszustand zuverlässige Aussagen über die akustischen Eigenschaften eines Raumes zu erhalten. Bis vor ca. 25 Jahren wurde fast ausnahmslos mit physikalischen Modellen gearbeitet, das heißt, es wurden Messungen in maßstabsgerecht verkleinerten Modellen vorgenommen. Die rasche Entwicklung der Computertechnik ermöglichte es, mathematische Modelle und damit eine mathematische Simulation der Räume bis hin zur Auralisierung zu realisieren. Es wird eine Überblick über die Modellgrundlagen, die Entwicklung der Modellierung und die grundlegenden Problematiken gegeben.

Mo. 13:50 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Raumakustische Simulation am physikalischen Modell (Teil 1)

Helgo Winkler (2), Hans-Peter Tennhardt (1)

(1): Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken (IEMB) e.V. an der TU Berlin; (2): Berlin

Es werden folgende Themenpunkte behandelt: Entwicklung der Modellmesstechnik in der Raumakustik; Signaltheorie und Modellgesetze; ökonomisch und genauigkeitsrelevanter Verkleinerungsmaßstab; Nachbildung von Schallsender, Schallempfänger, Untersuchungsmedium, Schallabsorptionsgrad und Raumboflächen; Untersuchungsmethodik Impuls- Schall-Test (IST); elektronisch- mathematische Verarbeitung der Raumimpulsantwort; raumakustische Gütekriterien; Auralisation; Beispiele; Probleme.

Mo. 14:20 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Raumakustische Simulation am physikalischen Modell (Teil 2)

Hans-Peter Tennhardt (1), Helgo Winkler (2)

(1): *Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken (IEMB)*
e.V. an der TU Berlin; (2): *Berlin*

Es werden folgende Themenpunkte behandelt: Balanceuntersuchungen bei Musikdarbietungen; Einbeziehung elektroakustischer Anlagen; Untersuchungsmethodik zur Bestimmung der Richtwirkung unebener Oberflächen am verkleinerten Modell (Struktur-Schall-Test, SST). Einsatzbereich sowie Vor- und Nachteile der raumakustischen Modellmesstechnik; erzielte Genauigkeit und Aussagentiefe im Vergleich mit realisierten Räumen; zeitlicher und finanzieller Aufwand der Modellherstellung und der Messdurchführung. Beispiele mit Vergleich der Ergebnisse zwischen Modell- und Originalraum.

Mo. 14:50 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Modelle als Hilfsmittel für Entscheidungen über raumakustische Maßnahmen

Ernst Joachim Völker, Wolfgang Teuber

IAB, Oberursel

In der Raumakustik spielen eine gleichmäßige Schallversorgung und eine Vermeidung von Echos eine wichtige Rolle. In Modellen geplanter Räume lassen sich diese Effekte mithilfe von Licht visualisieren, wobei reflektierende Flächen durch Spiegel dargestellt werden. Die Verwendung von Laserstrahlen ermöglicht die exakte Ausleuchtung günstiger wie ungünstiger Positionen von Reflektoren, Brüstungen, Deckenflächen usw. Entscheidungen über Wand- und Deckenverkleidungen, Reflektoren, z. B. über dem Orchestergraben, sowie Ausbildung von Brüstungen, Decken usw. lassen sich aus dem Modell entwickeln. Alternativen sind durch einfache Umgestaltung darstellbar. Weiterhin erhält man mit Modellen von geplanten Räumen einen visuellen Raumeindruck, der nicht nur für die raumakustische Beurteilung hilfreich ist, sondern auch eine Entscheidungshilfe für die Gestaltung raumakustischer Maßnahmen darstellt, da gestalterische Varianten mit ihren akustischen Effekten dargestellt werden können. Anhand von einigen Beispielen werden die Vorteile dieser Methode verdeutlicht.

..... **P a u s e**

Mo. 15:40 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Grundlagen raumakustischer Rechenverfahren und ihre Validierung

Oliver Schmitz (1) Stefan Feistel (2), Michael Vorländer (1) und Wolfgang Ahnert (2)

(1) Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen; (2): ADA - Acoustic Design Ahnert, Berlin

Raumakustische Simulationsprogramme werden zunehmend tagtäglich bei der Arbeit eines beratenden Akustik-Ingenieurs verwendet. Der Nutzen dieser Programme steht und fällt aber mit der Qualität und der Verlässlichkeit der gelieferten Ergebnisse. Diese sind natürlich von verschiedenen Faktoren abhängig. Neben der Qualifikation des Benutzers, die eine notwendige Voraussetzung für eine sinnvolle Anwendung solcher Systeme ist, sind die zugrundeliegenden akustischen Modelle und deren Umsetzung in Algorithmen entscheidend. Im Rahmen dieses Vortrages werden daher zunächst die Grundlagen der raumakustischen Simulation kurz zusammengefaßt. Damit werden den Anwendern die notwendigen Entscheidungskriterien für die Bewertung der Simulationsergebnisse an die Hand gegeben. Dank der von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig in den letzten Jahren durchgeführten Ringvergleiche stehen jetzt zwei Räume verschiedener Größe zur Verfügung, für die sowohl Messungen als auch Simulationsdaten vorhanden sind. Mit Hilfe dieser Daten können nun raumakustische Simulationsprogramme validiert werden. Das am Institut für Technische Akustik in den letzten 15 Jahren entwickelte Simulationsprogramm CAESAR hat bei den bisherigen Ringvergleichen gut abgeschnitten. Im Rahmen einer Kooperation mit ADA Acoustic Design Ahnert wurden die in CAESAR verwendeten Algorithmen nun als Windows DLL für das weltweit verbreitete Softwaresystem EASE zur Stärkung der raumakustischen Komponente neu implementiert. Zur Verifikation des neuen EASE Raumakustik-Moduls gegenüber den bisherigen CAESAR-Ergebnissen und den Meßergebnissen wurden nun die Daten der PTB verwendet. Über die Vorteile dieser Implementation und über die Ergebnisse der Vergleichsrechnungen wird in diesem Beitrag berichtet.

Mo. 16:10 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Raumsimulation zwischen Theorie und Praxis

Ingulf Bork

Projekt 1.401 "Raumakustische Simulation", PTB, Braunschweig

Raumsimulationsprogramme haben sich mittlerweile zu einem wertvollen Hilfsmittel für Raumakustiker entwickelt. Zur Nutzung aller vorhandenen Simulationsmöglichkeiten fehlen den Anwendern zurzeit noch Daten zur Beschreibung der Schallquellen und des Reflexionsverhaltens (Absorption und diffuse Streuung) unterschiedlicher Materialien. Daher wird beabsichtigt, entsprechende Datensammlungen zusammenzustellen und über das Internet allgemein verfügbar zu machen. Die Aufbereitung von Richtcharakteristiken der Musikinstrumente speziell für Raumsimulationsprogramme erfordert einige Kompromisse, da bei der oktavweisen Bearbeitung grobe Mittelwertbildungen vorzunehmen sind. Erfahrungen im 2. Ringvergleich von Raumsimulationsprogramme (Round Robin) dienen zur Vorbereitung weiterer Angebote für Entwickler und Anwender: Hierzu gehören ein einfacher Referenzraum mit definierten Oberflächendaten, ein Musikstudio sowie Vergleichsmöglichkeiten von berechneten Auralisationen mit realen Klangaufnahmen bei Lautsprecherbeschallung.

Mo. 16:40 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Simulation und virtuelle Umgebung

Bernd Dürrer

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Obwohl durch die geometrische Akustik nicht alle akustischen Phänomene (z. B. Beugung, Streuung) modelliert werden, spielt sie in der raumakustischen Simulation eine grundlegende Rolle. Eine effiziente Möglichkeit zur Implementierung der Gesetzmäßigkeiten der geometrischen Akustik in einer Computersimulation besteht im Einsatz von Strahlverfolgungsverfahren (Ray-Tracing). Für die verschiedenen Phasen innerhalb der Strahlverfolgung stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, die spezifische Vor- und Nachteile bezüglich der benötigten Rechenzeit und des Speicherbedarfs bieten. Mit Hilfe des Raumsimulationssystems CARS wurden mehrere Verfahren für das Starten von Strahlen, die eigentliche Strahlverfolgung, Detektion von virtuellen Schallquellen und die Nachbearbeitung von detektierten virtuellen Schallquellen verglichen. Die Untersuchungen wurden an einem Raum vorgenommen, der als Computermodell in vier unterschiedlichen geometrischen Auflösungsstufen vorlag. Die eingesetzten Verfahren wurden bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit und Effizienz verglichen (benötigte Rechenzeit, Speicherplatzbedarf und Erfolgsquote).

Mo. 17:10 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Simulation von Streuung und Beugung ohne Rechenzeitexplosion? Lösung durch Kombination der Schallteilchenmethode mit der Radiosity-Methode

Uwe M. Stephenson

Fachbereich Bauingenieurwesen, FH Hamburg

Zur Berechnung der Schallbeugung sind zwar diverse analytische und numerische Ansätze bekannt, allerdings nur für elementare Anordnungen wie vor allem den halbebenen Schirm. Sobald Kombinationen derselben auftreten wie ausgedehnte Gebäude, Mehrfachbeugungen oder, angewandt im Rahmen von Strahlverfolgungsalgorithmen, gar Kombinationen mit Reflexionen, entstehen Widersprüche; als schwierigstes Problem aber, als Folge des exponentiellen Anwachsens der Strahlenanzahl, eine Rechenzeitexplosion. In Raumakustik, Lärmimmissionsprognose und Beleuchtungssimulation werden im Wesentlichen drei Grundalgorithmen verwendet: die Spiegelquellenmethode, Strahlverfolgungsmethoden und die Radiosity- (Strahlungsaustausch-) Methode. Problem: Die erste Methode kann nur geometrische, die zweite auch diffuse, die dritte nur diffuse, keine aber vom Einfallswinkel abhängige Streuungen oder Beugungen bearbeiten. Dies schafften bislang auch keine hybriden Lösungsansätze. Idee: Ein einheitlicher, universeller, aber auch effizienter Algorithmus wird das Problem der Strahlenexplosion durch einen Wiedervereinigungseffekt lösen müssen - am einfachsten wie beim Radiosity-Verfahren durch Sammeln von Schallenergie auf nur endlich vielen kleinen Raumboberflächenelementen. Neben den Laufzeiten und Raumwinkeln der Schallabstrahlung wird also auch die Raumboberfläche quantisiert. Eine nähere Lösung dazu, die Methode der "quantisierten Pyramidenstrahlen" - eine Art Kombination der Spiegelquellenmethode mit der Radiositymethode wurde vom Autor bereits in ACUSTICA 82 (1996) veröffentlicht. Ungelöst blieb jedoch das Problem der Realisierung der quasi- parallelen Energieumverteilung in Echtzeitreihenfolge sowie der Datenverwaltung. Hierfür wird nun durch Kombination des Radiosity- mit dem Schallteilchenverfahren eine verblüffend einfache Alternative präsentiert.

Mo. 17:40 Uhr ES40, Raum 0007 Raumakustische Simulation

Schlußdiskussion

Ende der Sitzung

Mo. 13:00 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Diskretisierungsmethoden (FEM/BEM) in der Akustik – Eine Einführung

Otto von Estorff

Technische Universität Hamburg-Harburg

Der Wunsch der Kunden nach besserer Klangqualität, höherem akustischen Komfort und geringerer Belastung durch Lärm veranlasst viele Unternehmen, sich ständig nach neuen Möglichkeiten umzusehen, die es erlauben, ihre technischen Systeme akustisch zu optimieren. Hierbei stehen oft Diskretisierungsmethoden im Zentrum des Interesses, mit denen es möglich ist, Aussagen über die Akustik schon im frühen Entwurfsstadium zu machen, d.h. noch bevor ein Prototyp existiert. Zu den eingeführten Verfahren gehören die Finite-Elemente-Methode (FEM) und die Boundary-Elemente-Methode (BEM). Diese werden ständig weiterentwickelt und gewinnen aufgrund ihrer flexiblen Einsatzmöglichkeiten zunehmend an Bedeutung.

Im Rahmen des Vorkolloquiums wird der Einsatz von FEM und BEM für unterschiedlichste Fragestellungen gezeigt und ausführlich diskutiert. Auch neueste Entwicklungen und Untersuchungen zur allgemeinen Handhabung der Verfahren werden behandelt. Der gegenwärtige Vortrag führt kurz in die Thematik ein.

Mo. 13:15 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Klassische und moderne Methoden zur Berechnung der Schallabstrahlung und der Schallanregung von Strukturen

Marold Moosrainer

CAD-FEM GmbH

Die numerische Simulation der Statik und Dynamik von Strukturen mittels Finite Element Method (FEM) gehört seit vielen Jahren zum festen Handwerkszeug des Berechnungsingenieurs. Aufgrund verbesserter Algorithmen und Verfahren einerseits sowie zunehmender Sensibilisierung gegenüber dem Thema "Lärm" andererseits hat seit einigen Jahren auch die Simulation der Schallabstrahlung und der Schallanregung von Strukturen mittels FEM und BEM (Boundary Element Method) erheblich an Bedeutung gewonnen. In einem kurzen Überblick sollen klassische Berechnungsverfahren der Akustik und deren Grenzen angesprochen werden. Anschließend wird mit der indirekten BEM eine äußerst flexible Möglichkeit der numerischen Modellierung wie sie auch in der kommerziellen Analysesoftware LMS/SYSNOISE implementiert ist, vorgestellt. Am Beispiel der akustisch angeregten Schwingung von Strukturen beim Raketenstart wird erörtert, wie sich so selbst

komplexe Fluid-Struktur-Kopplungsmechanismen modellieren lassen. Effekte wie Beugung, Streuung und Reflexion der Schallwellen sowie die zusätzliche Masse und Dämpfung, die das mitbewegte Fluid für die schwingende Struktur darstellt sind in dieser numerischen Simulation a priori mitberücksichtigt. In einer abschließenden Betrachtung wird gezeigt, wie sich neben den elementbezogenen Ansätzen der BEM bei entsprechender Geometrie auch Ritzansätze zur Lösung akustischer Integralgleichungen gewinnbringend verwenden lassen.

Mo. 13:45 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Akustiksimulation in der Automobilentwicklung – Möglichkeiten und Trends

Thomas Wiebe

Volkswagen AG

In der Automobilentwicklung können FE und BE Methoden zur Simulation des niederfrequenten akustischen Verhaltens eingesetzt werden. Vor dem Hintergrund kürzer werdender Entwicklungszeiten von Fahrzeugen und Aggregaten steigt die Notwendigkeit des Einsatzes von effizienten Simulationstools. Dies bezieht sich jedoch nicht nur auf die verwendeten Algorithmen, sondern insbesondere auch auf die Integration in bestehende und einer dauernden Verbesserung unterworfenen Entwicklungsprozesse. Häufig gibt es nicht den "Akustik-Berechner", sondern entsprechende Aufgaben müssen Bestandteil der Simulation in der Strukturdynamik sein bzw. werden.

Auf der anderen Seite ist weiterhin eine deutliche Verbesserung der Prognosegüte erforderlich. Zwar ist es möglich, mit bestehender Software viele Probleme mit analytischen Lösungen "beliebig" genau zu simulieren, die Schwierigkeiten liegen jedoch in der Modellierung und der Qualität der Eingangsdaten bei realistischen Fragestellungen.

Vor diesen Hintergründen können Diskretisierungsmethoden heute vielfach zur Erklärung physikalischer Phänomene und zur Variantenbeurteilung eingesetzt werden. Bis zum Einsatz als Prognosewerkzeug im Sinne einer vollständig virtuellen Produktentwicklung ist der Weg aber noch weit.

Mo. 14:15 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Numerical Simulation of Noise Radiation from Rolling Tires

Lothar Gaul(1), Udo Nackenhorst(2), Bodo Nolte(3)

(1) *Universität Stuttgart*; (2) *Universität Hannover*; (3) *Universität der Bundeswehr Hamburg*

The noise radiation from rolling bodies is studied numerically by using a sequential finite element - boundary element approach of the field equations. The equations of motion for the rolling wheel are developed in the frame of an Arbitrary Eulerian Lagrangian description which provides a time independent formulation for steady state rolling and a spatial description of vibrations. The noise radiation caused by the vibration modes of a steady state rolling wheel is computed by a boundary element approach. An outlook on the simulation of acoustic radiation due to tire - road interaction is given.

Mo. 14:45 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Anwendung der FEM/BEM in der Hydroakustik

Anton Homm

Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik

Bei der Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik werden u.a. numerische Verfahren, insbesondere Finite Elemente und Boundary Elemente Methoden für Fragestellungen zur Hydroakustik eingesetzt. Sie werden zur Berechnung der dynamischen Eigenschaften fluidbelasteter Strukturen (Modalanalyse), deren Schallabstrahlung ins Wasser oder zur Berechnung der Schallstreuung an Unterwasserstrukturen verwendet. Man hat es also in der Regel mit dem unendlich ausgedehnten Medium Wasser zu tun. Wegen der beschränkten Zeit wird hier nur auf die Berechnungsmöglichkeiten zur Modalanalyse und zur Schallabstrahlung eingegangen. Bei diesen Berechnungen ist immer die Fluid-Strukturwechselwirkung zu berücksichtigen. Dadurch werden die Bedingungen für numerische Simulationen erheblich erschwert.

In dem Vortrag wird zunächst kurz auf die Besonderheiten der Berechnung von Unterwasserstrukturen eingegangen. Anhand der Gegenüberstellung konkreter Berechnungsbeispiele mit experimentellen Daten, sollen dann die Grenzen der derzeitigen Möglichkeiten aufgezeigt werden.

..... **P a u s e**

Mo. 15:45 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Zur Berechnung der akustischen Fluid-Struktur-Wechselwirkung auf der Grundlage der Kopplung von Randintegralgleichungen

Bodo Nolte

Universität der Bundeswehr Hamburg

Mit der numerischen Kopplung von Randintegralgleichungen ist die akustische Fluid-Struktur-Wechselwirkung einer Berechnung zugänglich. Der Vorteil ist die inhärente Erfüllung der Sommerfeldschen Ausstrahlbedingung für Außenraumgebiete, da die Greenschen Funktionen des Vollraumes (Fundamentale Lösungen) der zugrundeliegenden partiellen Differentialgleichungen als Testfunktionen der schwachen Lösung und somit als Kerne der zugeordneten Integralgleichungen Verwendung finden. Eine klassische Finite-Element-Formulierung führte in diesem Fall zu artifiziellen Rändern mit physikalisch nicht existierenden Eigenlösungen im Außengebiet. Des Weiteren erlaubt dieses Verfahren die Auswertung von Spannungsfeldern in Festkörpern und von Geschwindigkeitsfeldern in Fluiden ohne Stetigkeitsverluste im Gebietsinneren. Insbesondere ist dieses Verfahren für die Kopplung mehrerer unendlicher oder halbunendlicher fluider oder fester Gebiete zu empfehlen.

Mo. 16:15 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Ein iteratives GMRES-Verfahren zur Berechnung der Schallstreuung an zylinderähnlichen Strukturen

Martin Ochmann*, Anton Homm**

**Technische Fachhochschule Berlin, **FWG Kiel*

Die Boundary-Elemente-Methode (BEM) ist ein sehr gut geeignetes Werkzeug zur Berechnung der Schallstreuung an komplexen Strukturen. Da das Oberflächenelemente-modell von realen Streukörpern im hochfrequenten Bereich mehrere zehntausend Elemente enthalten kann, müssen jedoch entsprechend große komplexe und unsymmetrische Gleichungssysteme gelöst werden, die auf der Kirchhoffschen Integralgleichung beruhen. Hierfür bieten sich iterative Lösungsverfahren an. Nach Durchführung einer geeigneten Prädiktionierung wird das Verfahren der verallgemeinerten minimierten Residuen zur Lösung des Gleichungssystems angewandt (Generalized Minimal Residual Method = GMRES). Als Startiteration wird die Plane-Wave-Approximation gewählt, die gerade für konvexe Streukörper im hochfrequenten Bereich gute Näherungen liefert. Die iterative Methode wird getestet, indem die hochfrequente Streuung einer ebenen Schallwelle an einer zylinderförmigen schallharten Struktur berechnet wird. Die Struktur besteht im wesentlichen aus zwei aneinandergesetzten Zylindern mit halbkugelförmigen Endkappen. Die zugehörigen Oberflächenmodelle sind aus bis zu

ca. 48000 finiten Elementen zusammengesetzt, um einen Frequenzbereich bis zu 20 kHz (in Wasser) abdecken zu können. Eine Rechnung bei 20 kHz dauert etwa 18 Stunden auf einem Standard Pentium PIII PC. Es werden bistatische und monostatische Richtcharakteristiken bei 15 kHz sowie Frequenzkurven von 15 bis 20 kHz gerechnet. Der relative Fehler der Plane-Wave- Approximation liegt bei ca. 20%. Im Verlauf weniger Iterationen wird dann in allen betrachteten Fällen ein relativer Fehler von ca. 1% erreicht, der kleiner als der Diskretisierungsfehler ist. Das iterative GMRES-Verfahren eignet sich somit gut zur Berechnung der hochfrequenten Schallstreuung an komplexen Strukturen.

Mo. 16:45 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Simulation von akustischer Wellenstreuung mit FEM hoeherer Ordnung, theoretische Grundlagen und numerische Experimente

Frank Ihlenburg

ISKO engineers AG

Zur numerischen Simulation von akustischer Wellenausbreitung oder -streuung ist i.a. die numerische Loesung der Helmholtz-Gleichung in beschaenkten oder unbeschaenkten Gebieten erforderlich. Im Vortrag wird ein Ueberblick zu den theoretischen Grundlagen der numerischen Loesung von Helmholtz-Problemen mit FEM gegeben. Behandelt werden insbesondere a priori und a posteriori Fehlerabschaetzungen, Untersuchung der numerischen Dispersion, FEM hoeherer Approximationsordnung sowie FEM mit analytischen Ansatzfunktionen. Die FEM mit linearer Ansatzordnung zeigen bei hoeheren Wellenzahlen den Effekt der sogenannten "numerischen Verschmutzung" (Pollution). Dieser klingt bei Verwendung hoeherer Ansatzfunktionen tendenziell ab. Die Relevanz der theoretischen Untersuchungen fuer die numerische Loesung praktischer Probleme wird an ausgewaehlten Beispielen dargestellt. Bei der Simulation von Abstrahlung in unbeschaenkten Gebieten wird die Kopplung von finiten und infiniten Elementen verwendet. Dabei geht es insbesondere um die Eignung der Methoden hoeherer Ordnung zur Rechnung im sogenannten "mittleren" Frequenzbereich, d.h. unterhalb der allgemein fuer statistische Verfahren angenommenen Frequenz-Untergrenze.

Literatur:

F. Ihlenburg, Finite-Element Analysis of Acoustic Scattering, Springer-Verlag New York, 1998

F. Ihlenburg, On fundamental aspects of exterior approximations with infinite elements, J. Comp. Acoustics, Vol. 8, No. 1, 321-343

Mo. 17:15 Uhr SBS95, Raum 0.16 Diskretisierungsmethoden

Lokale Verfeinerungen

Guido Bartsch

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Bei der praktischen Durchführung einer Simulation mittels Finiter Elemente Methode (FEM) müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Eine davon ist, daß das zu betrachtende Volumen geeignet diskretisiert sein muß. Bei der Simulation in fluiden Medien wird eine Diskretisierung mit sechs Knoten pro Wellenlänge als ausreichend bezeichnet.

In vielen Fällen kann aber aufgrund des stark anwachsenden Rechenaufwandes mit steigender Knotenzahl respektive steigender Frequenz, die Diskretisierung nicht mehr in Einklang mit dieser Regel gebracht werden. Genau hier ist der Ansatzpunkt für lokale Verfeinerungen: Basierend auf einer Grunddiskretisierung unterhalb der Maßgabe nach der 'sechs Knoten pro Wellenlänge'-Regel wird in Raumgebieten, in denen relativ hohe Schalldruckgradienten vermutet werden, feiner diskretisiert. Die Teile eines Raumes (hier die Subvolumina) werden somit nach ihrer akustischen Relevanz vernetzt. Werden lokale Verfeinerungen nicht mehr manuell vorgenommen, sondern durch den FE-Solver eingestellt, so spricht man von adaptiver FEM. Bei gleichzeitiger Anwendung von Multigrid-Algorithmen gelangt man schließlich zur Klasse der sogenannten adaptiven Multigrid-Algorithmen.

Im Rahmen dieses Vortrages wird das Verfahren lokaler Verfeinerungen vorgestellt. An einem Fallbeispiel wird gezeigt, wie mit Hilfe lokaler Verfeinerungen akustische Simulationen effizienter durchgeführt werden können.

Ende der Sitzung

Mo. 11:00 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung
(siehe auch Seite 6)

Veranstalter:

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

Diskussionsleiter:

- Dir. u. Prof. Dr.-Ing. Hans Lazarus;
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund
- Dr.-Ing. Volker Irmer;
Umweltbundesamt (UBA), Berlin

Vorwort

Die Geräuschkennzeichnung von Maschinen und die Nachprüfung der Geräuschangabe wird seit vielen Jahren intensiv diskutiert. Mit der Veröffentlichung der EG-Outdoor-Richtlinie und deren Umsetzung in deutsches Recht etwa Mitte 2001 ergeben sich für Industrie, Überwachungsbehörden und akustische Berater gewisse fachliche organisatorische und rechtliche Konsequenzen, über die auf dem Workshop diskutiert werden soll.

Begrüßung und Einführung durch den Diskussionsleiter

H. Lazarus

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

Mo. 11:15 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Die neue EG-“Outdoor“-Richtlinie bezüglich der Geräuschemission von im Freien betriebenen Maschinen und deren Umsetzung in nationales Recht

V. Irmer

Bundesumweltamt, Berlin

Mo. 11:45 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Wie praxismgerechte C-Normen die Anwendung von EG-Richtlinien für den Maschinenhersteller erleichtern

Patrick Kurtz

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund

Mo. 12:15 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Diskussion der Vorträge 1) und 2)

..... **P a u s e**

Mo. 14:00 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Kontrolle der Richtlinienvorgaben durch behördliche oder autorisierte Stellen

Chr. Beckert

*Ministerium für Raumordnung und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt,
Magdeburg*

Mo. 14:30 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Geräuschangaben an Baumaschinen im Vergleich mit dem praktischen Betrieb

Erich Krämer

TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH, München

Mo. 15:00 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Diskussion der Vorträge 3) und 4)

..... **P a u s e**

Mo. 15:45 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Praxiserfahrungen mit der Anwendung von Geräuschnormen, insbesondere bei großen Maschinen

W. Probst

Accon GmbH Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik, München

Mo. 16:15 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Geräuschemissionsdatenbanken und ihr Nutzen bei der Gefährdungsbeurteilung, Beschaffung und Planung

G. Neugebauer

Maschinen- und Metall-Berufsgenossenschaft, Düsseldorf

Mo. 16:45 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Die Nutzung von Geräuschemissionsdaten zur Planung von Bauabläufen und geräuscharmen Baustellen

U. Trautmann

AIT-Akustik-Ingenieurbüro GbR, Teltow

Mo. 17:15 Uhr DE15, Raum 0506 Geräuschkennzeichnung

Diskussion der Vorträge 5) bis 7)

Ende der Sitzung

Di. 9:00 Uhr Audimax I

Eröffnung

Eröffnungssitzung der DAGA 2001

Di. 9:50 Uhr Audimax I

DEGA Preisverleihungen

DEGA Preisverleihungen

..... **P a u s e**

Di. 13:10 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Einheitliches Konzept zur Berücksichtigung des Verlustfaktors bei Messung und Berechnung der Schalldämmung massiver Wände

Heinz-Martin Fischer, Martin Schneider, Steffen Blessing

Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik

Bei der Messung der Luftschalldämmung massiver Bauteile im Labor wird bislang die Messung des Verlustfaktors nicht verbindlich gefordert, in DIN EN 20 140-3 aber als zusätzliche Messung vorgeschlagen. Prüfstandsuntersuchungen der letzten Zeit haben bestätigt, dass die Erfassung des Gesamtverlustfaktors wichtige Zusatzinformationen über die Einbausituation des geprüften massiven Bauteils und die Energieweiterleitung auf benachbarte Bauteile liefert. Ein von der PTB durchgeführter Ringversuch zeigte, dass die Vergleichbarkeit von Schalldämm-Maßen, die für denselben Aufbau in unterschiedlichen Prüfständen gewonnen wurden, mit Bezug auf den Verlustfaktor deutlich verbessert werden konnte. Andererseits wird der Verlustfaktor massiver Bauteile von den europäischen Berechnungsverfahren (DIN EN 12354-1 und -2) bei der Berechnung des Schallschutzes in Gebäuden für die sog. In-situ-Anpassung herangezogen. Dabei werden die im Prüfstand gewonnenen Schalldämm-Maße auf die im realen Gebäude zu erwartenden Schalldämm-Maße transformiert. Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen, die im Auftrag der Mauerwerksindustrie durchgeführt wurden, konnte für viele massive Bauteile der Gesamtverlustfaktor in Gebäuden ermittelt werden. Die Untersuchungen führen zu einer einfachen Beschreibung des In-situ-Verhaltens massiver Bauteile. Der vorliegende Beitrag zeigt, dass mit dem vorgeschlagenen Ansatz nicht nur die Berechnung des Schallschutzes im Rahmen der europäischen Berechnungsverfahren deutlich vereinfacht werden kann sondern gleichzeitig auch die Berechnungsgenauigkeit verbessert wird. Wird dieser Ansatz zugleich für die im Labor-Prüfverfahren zu erfassenden Verlustfaktoren herangezogen, kann ein direkter Zusammenhang zwischen Meßverfahren und Berechnungsmodell hergestellt werden. Dadurch kann der Messung der Schalldämmung im Prüfstand und der Berechnung des Schallschutzes in Gebäuden ein einheitliches Konzept zugrunde gelegt werden.

Di. 13:35 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Verifizierung des Rechenverfahrens für die Luftschalldämmung nach EN 12354-1 für den Massivbau; Teil 1: Einfluß von Eingangsgrößen

Moritz Späh, Steffen Blessing, Heinz-Martin Fischer

Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik

Die Qualität des Rechenverfahrens EN 12354 (Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften) hängt wesentlich von der Qualität der Eingangsdaten ab. Um den Teil 1 - Luftschalldämmung zwischen Räumen - für den Massivbau zu verifizieren wurden im Rahmen mehrerer Forschungsvorhaben eine Vielzahl an Messungen in ausgeführten Bauten durchgeführt, die mit den Berechnungen verglichen werden können. Dabei stehen neben den Werten des Schalldämm-Maßes auch die für die Berechnung notwendigen Werte des Stoßstellendämm-Maßes und des Verlustfaktors zur Verfügung.

Aufgrund der durchgeführten Messungen lassen sich Angaben ableiten, welche Eingangsdaten verwendet werden sollten und wie bestimmte in-situ anzutreffende Situationen bei der Berechnung berücksichtigt werden können.

Diese Angaben bilden die Grundlage für den 2. Teil des Vortrags, welcher unter der Berücksichtigung der hier vorgestellten Ergebnisse Aussagen über die Genauigkeit des gesamten Rechenverfahrens macht.

Di. 14:00 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Verifizierung des Rechenverfahrens für die Luftschalldämmung nach EN 12354-1 für den Massivbau; Teil 2: erreichbare Genauigkeit

Steffen Blessing, Moritz Späh, Heinz-Martin Fischer

Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik

Aufbauend auf dem vorhergehenden Vortrag sollen verschiedene auf EN 12354 basierende Berechnungsvarianten verglichen werden. Dies geschieht dadurch, daß im Rahmen von verschiedenen Forschungsprojekten, welche an der FH Stuttgart durchgeführt werden, gemessene Bausituationen mit diesen Berechnungsverfahren nachgerechnet werden.

Ein wichtiger Unterschied gegenüber früheren Untersuchungen dieser Art besteht darin, daß die messtechnische Bestimmung des Schallschutzes im Bau von uns selbst durchgeführt wurden und die nachzurechnenden Situationen somit auch ausreichend genau dokumentiert sind. Für

die Untersuchung stehen etwa 60 überprüfte Bausituationen zur Verfügung. Zusätzlich zu den gemessenen Werten des Schalldämm-Maßes stehen auch zahlreiche Ergebnisse zur flankierenden Schallübertragung zur Verfügung.

Der Vergleich zwischen den verschiedenen Berechnungsvarianten und den gemessenen Ergebnissen lässt Aussagen über die mögliche Genauigkeit der Berechnung mit den unterschiedlichen Verfahren zu.

Di. 14:25 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Sanierung der Trittschalldämmung von Treppen und Installationsgeräuschen einer Reihenanlage mit einschaligen Haustrennwänden

Christian Burkhart, Agnes Schwarzenberger

Akustikbüro Schwarzenberger Pöcking / Weimar

In einer Reihenanlage wurden die Trennwände als einschalige, 24 cm dicke Mauerwerkswände ausgeführt. Die Treppen wurden als Betontreppen in Ortbeton mit Natursteinbelag ohne Trennfugen zu den Trenn- und Innenwänden ausgeführt. Erwartungsgemäß wurden Norm-Trittschallpegel von über 60 dB erreicht. Die Geräusche aus Wasserinstallationen lagen zum Teil deutlich über 30 dB(A). In dem Vortrag wird über die Sanierungsversuche der Treppen mit verschiedenen Materialien und die letztlich erfolgreiche Sanierung, sowie über die durchgeführte Sanierung der Wasserinstallationen berichtet.

Di. 14:50 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Sanierung der Luftschalldämmung von einschaligen Haustrennwänden in einer Reihenanlage

Christian Burkhart, Agnes Schwarzenberger

Akustikbüro Schwarzenberger Pöcking / Weimar

In einer Reihenanlage wurden die Trennwände als einschalige 24 cm dicke Mauerwerkswände ausgeführt. Erwartungsgemäß wurde lediglich die Luftschalldämmung von Wohnungstrennwänden mit 53 dB erreicht. In dem Vortrag wird über die Sanierung der Trennwände berichtet. Gezeigt werden umfangreiche Messergebnisse der Luftschalldämmung und Körperschallschnellepegel an Außen- und Innenwänden.

..... **P a u s e**

Di. 15:40 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Stark erhöhte Körperschalldämpfung von Wandschalen durch geeignete Wärmedämmschichten

Dieter Groß (2) Karl Gösele (1), Roland Kurz (2)

(1) Prof. Dr.-Ing. habil Karl Gösele, 71549 Auenwald; (2) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, 71364 Winnenden

Die Körperschalldämpfung spielte in der Bauphysik bisher eine vernachlässigbare Rolle. Im folgenden wird ein Weg gezeigt, wie man bei leichten Wand- und Deckenschalen, wie sie im Holz- und Leichtbau verwendet werden durch das geeignete Anbringen von bestimmten Wärmedämmschichten eine hohe Körperschalldämpfung nach dem im Maschinenbau bekannten Prinzip der „akustischen Blutegel“ erreichen kann. Dadurch kann die Längsleitung entlang der Schalen weitgehend unterdrückt werden. Ferner kann dadurch die Schalldämmung von Ständerwänden ganz wesentlich verbessert werden.

Di. 16:05 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Berechnungen der Schalldämmung von zweischaligen Konstruktionen mit biegeweichen Schalen

Frank Schnelle, Roland Kurz

Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, 06110 Halle (Saale) und 71364 Winnenden

In der Bauakustik besteht der dringende Bedarf, die Schalldämmung von zweischaligen Konstruktionen mit biegeweichen Schalen zu berechnen. Von Prof. Gösele wurde ein Verfahren zur Berechnung der Schalldämmung von zweischaligen Konstruktionen unter Berücksichtigung der Übertragung über den Lufthohlraum entwickelt. Auf der Grundlage dieses Verfahrens werden Messergebnisse bei Wänden ohne Verbindungen über die Ständer (Gipskartonständerwände mit getrenntem Ständerwerk, Systemtrennwände in Studiobauten) mit Berechnungen verglichen. Für Gipskartonständerwände mit Verbindungen der Schalen über Ständer können aus den vorgenommenen Berechnungen die verschiedenen Übertragungsmechanismen in unterschiedlichen Frequenzbereichen zumindest quantitativ angegeben werden. Damit besteht für Gipskartonständerwände die Möglichkeit, zur Verbesserung der Schalldämmung an den entscheidenden Einflussgrößen Maßnahmen vorzunehmen.

Di. 16:30 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Zur Schalldämmung von GK-Ständerwänden 1. Wirkung der Hohlraum-Dämpfung

Roland Kurz (2), Karl Gösele (1)

(1) Prof. Dr.-Ing. habil Karl Gösele, 71549 Auenwald; (2) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, 71364 Winnenden

Man hat seit mehreren Jahrzehnten immer wieder festgestellt, dass durch dickere Mineralfasereinlagen die Schalldämmung von GK-Ständerwänden verbessert wird. Durch Messungen des Luftschallpegels im Wandhohlraum wurde nachgewiesen, dass diese Verbesserung nicht darauf beruht, dass der Hohlraum stärker gedämpft ist. Mit Modellmessungen konnte dagegen gezeigt werden, dass die Mineralwolleeinlage auf andere Weise die Übertragung vermindert und dadurch die Schalldämmung verbessert.

Di. 16:55 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Zur Schalldämmung von GK-Ständerwänden 2. Schallübertragung über Blechständer

Roland Kurz (2), Karl Gösele (1)

(1) Prof. Dr.-Ing. habil Karl Gösele, 71549 Auenwald (2) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, 71364 Winnenden

Die Übertragung über die Ständer dieser Wände ist schon oft angesprochen, aber bisher sind keine Untersuchungen über die Größe dieser Übertragungen gemacht worden. Mit Hilfe von Körperschallmessungen an den Wandschalen kann überraschenderweise gezeigt werden, dass diese Ständer nur eine geringe Körperschalldämmung zwischen den beiden Wandschalen ergeben. Die eigentliche Dämmwirkung beruht auf einem sehr großen Abstrahleffekt der Schale auf der leisen Seite der Wand. Durch Beschweren der Schalen im Hohlraum durch geeignet angebrachte Dämmschichten kann die Dämmung der Wand wesentlich verbessert werden.

Di. 17:20 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Schalltechnisches Verhalten von Montagetreppen – ein neuer Treppenprüfstand für Prüfung, Forschung und Entwicklung

Thomas Möck (1), Roland Kurz (1), Heinz-Martin Fischer (2), Heinz Lammers (3)

(1) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Winnenden (2) Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik (3) Treppenmeister GmbH, Jettingen

Es ist bekannt, dass der Trittschall von Montagetreppen trotz Einhaltung der schalltechnischen Anforderungen (oftmals sogar des erhöhten Schallschutzes) immer wieder zu Beschwerden führt. Da das Verhalten der Treppe nicht vom Verhalten des angekoppelten Baukörpers getrennt werden kann, wurde zur Entwicklung trittschalloptimierter Treppen und zur Vorabbeurteilung der schalltechnischen Eigenschaften von Montagetreppen deshalb ein neuer Treppenprüfstand konzipiert und gebaut. Der Prüfstand ist so konzipiert, dass den üblichen baulichen Umgebungsbedingungen Rechnung getragen wird: In einem Teil des Prüfstandes kann die Treppe in einer typischen Massivbausituation eingebaut werden, wobei die Treppenwand variabel an die geforderte Situation angepasst werden kann. Im anderen Teil des Prüfstandes können Leicht- und Holzbaubedingungen realisiert werden, wobei beliebige Kombinationen von Treppenwand und Decke variabel eingebaut werden können. So bietet dieser Prüfstand den Treppenherstellern die Möglichkeit, Montagetreppen unter praxisgerechten Baubedingungen schalltechnisch zu untersuchen und gezielt eigene Produktentwicklung zu betreiben. Im vorliegenden Beitrag wird der neue Prüfstand vorgestellt und über erste Ergebnisse an darin untersuchten Montagetreppen berichtet.

Di. 17:45 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Schallübertragung von Montagetreppen – Analyse des Übertragungsverhaltens

Jochen Scheck (1), Heinz-Martin Fischer (1), Roland Kurz (2)

(1) Fachhochschule Stuttgart/Hochschule für Technik (2) Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, Winnenden

Immer wieder kommt es zu Beschwerden über den von Montagetreppen erzeugten Trittschall. Neben den Eigenschaften der Treppe selbst sind bei der Analyse der Ursachen auch die Eigenschaften des Gebäudes zu berücksichtigen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde in verschiedenen Gebäuden und in einem neuen Treppenprüfstand die

Trittschallübertragung über trennende und flankierende Bauteile analysiert. Ermittelt wurden dabei auch mit Hilfe der Reziprozitätsmethode die interessierenden Übertragungsfunktionen zur Kennzeichnung der Körperschallempfindlichkeit einzelner Bauteile. Anhand der Untersuchungen wird für ausgewählte Beispiele gezeigt, in welchem Maße trennende und flankierende Bauteile an der Trittschallübertragung der Treppe beteiligt sind.

Di. 18:10 Uhr Audimax I

Bauakustik I

Zum Störschall bei Mikrofonaufnahmen – Anforderungen an Mikrofone und Studios

Völker, E.J., Teuber, W.

IAB Institut für Akustik und Bauphysik, Kiesweg 22, 61440 Oberursel

Die digitale Übertragung mit größerem Dynamikbereich zwingt dazu, leise Studios und Regieräume zu bauen. Die Abhörlautstärke wird aus Gründen des Gehörschutzes eher reduziert. Die Mikrofonaufnahmen sowie die gewünschten Abhörpegel verlangen die sorgfältige Berücksichtigung der Störgeräusche, die herrühren vom Aufnahmeort wie jedoch auch vom Mikrofon selbst. Die vom Mikrofon erzeugte Fremdspannung, die sowohl von einem Quellwiderstand wie auch von einer Verstärkerschaltung herrühren kann, entspricht einem Störgeräusch mit zum Teil unangenehmer frequenter Zusammensetzung. Verstärkung im Übertragungsweg ist gleichbedeutend mit der Anhebung des Geräuschpegels. Die Konsequenzen sind weitreichend und führen im Mikrofonbau zu hochempfindlichen Mikrofonen. Die Störgeräusche am Mikrofonort werden reduziert. Die international bekannten Geräuschbewertungskurven, die zum Teil als Grenzwerte für erlaubte Störschallpegel in Studios angegeben werden, beschreiben nicht ausreichend die neue Qualität digitaler Übertragungen. Das Low Noise-Studio stellt daher eine Herausforderung an alle Planer und Gerätehersteller dar. Für die elektroakustische Übertragungstechnik müssen modifizierte Aufnahmeverfahren berücksichtigt werden. Der Regie- oder Abhörraum muß die Qualität des Studios aufweisen und die Beurteilung des Schalleignisses möglich machen.

Di. 13:10 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Objektive Signalparameter zur Beschreibung des Dröhnens – “booming” – im FahrzeuginnenraumReinhard Weber, Michael A. Bellmann, Volker Mellert*Akustik FB Physik, C. v. Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg*

Ein wesentliches Kriterium zur Beurteilung des akustischen Komforts im Fahrzeug ist die Ausprägtheit des Dröhnens. Als “Dröhnen” bezeichnet man tieffrequente Schallanteile, die durch die Anregung bestimmter Moden in der Kabine entstehen. Die Beurteilung dieses Phänomens bei der Qualitätskontrolle dient als wichtiger Hinweis für notwendige konstruktive oder bauliche Änderungen im Fahrzeuginnenraum. In dieser Studie werden Signalparameter geprüft, die möglichst gut das subjektiv beurteilte Phänomen “Dröhnen” beschreiben. Dazu wird gleichzeitig mit den subjektiven Beurteilungen von professionellen Testern das Schallfeld im Fahrzeug während des Leerlaufs mit Kunstkopf und Fenstermikrofonen aufgenommen. Neben den üblichen intensitätsabhängigen akustischen und psychoakustischen Signalparametern wird der von Hatano und Hashimoto vorgeschlagene “Booming Noise INDEX” berechnet und mit den subjektiven Bewertungen korreliert. Die Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

Di. 13:35 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Methoden zur Verbesserung der objektiven Beschreibung subjektiver Qualitätsurteile der Sitz- und Lenkradvibrationen im FahrzeugMichael A. Bellmann, Ingo Baumann, Peter Hillebrand*, Volker Mellert und Reinhard Weber*Akustik FB Physik, C. v. Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg, * Volkswagen AG, D-38436 Wolfsburg*

Komfort und Qualität im Bezug auf die wahrnehmbaren Innengeräusche und Vibrationen im Kraftfahrzeug werden nach wie vor subjektiv ermittelt. Professionelle Subjektivbeurteiler mit langjähriger Erfahrung beurteilen im Fahrzeug die Qualität des Dröhnens, die Sitz- und Lenkradvibrationen im Leerlauf bei drei verschiedenen Betriebszuständen: a) ohne Verbraucher, b) mit Verbraucher und c) mit Verbraucher und Klimaanlage (falls vorhanden).

In dieser Untersuchung geht es um geeignete objektive Signalparameter, die möglichst hoch mit Subjektivurteilen korrelieren. Deshalb

werden parallel zu den Subjektivbeurteilungen die Sitz- und Lenkradvibrationen 16-kanalig und die Geräusche 4-kanalig mit Schwingungsaufnehmern und Mikrofonen (einschließlich Kunstkopf) in unterschiedlichen Fahrzeugen einer Fahrzeugklasse aufgezeichnet. Aus diesen Messsignalen werden auf verschiedene Arten Parameter berechnet. Die vorgenommenen Korrelationsanalysen vergleichen die bisher eingesetzten Messgrößen mit Signalparametern, die nach der ISO 2631-1/2 [1997, 1989] und der ISO 5349 [1986] berechnet werden. Insgesamt zeigt sich, dass die Signalparameter nach der ISO, die die unterschiedlichen Empfindlichkeiten des Menschen für Ganzkörper- sowie Hand-Arm übertragenen Vibrationen berücksichtigen, besser geeignet sind, das subjektive Komfortempfinden quantitativ zu beschreiben als die bisher eingesetzten Messgrößen. Zusätzlich erweist sich der Frequenzbereich um die zweite Motorordnung als wesentlich für die Beurteilung der Lenkrad- und Sitzvibrationen.

Di. 14:00 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Modell zur Berechnung der subjektiven Rauigkeit von drehzahlabhängigen Geräuschen

C. Zerbs* O. Martner*, U. Fey**, R. Kragl**

**Müller-BBM GmbH, Planegg bei München, ** BMW AG, München*

Zur Berechnung der psychoakustischen Rauigkeit von Geräuschen liefern existierende Modelle für viele synthetische und technische Schalle gute Vorhersagen für die subjektiv empfundene Rauigkeit. Bei der Anwendung auf Fahrzeuginnengeräusche weisen die Vorhersagen jedoch nur geringe Übereinstimmung mit subjektiven Hörempfindungen auf. Basierend auf umfangreichen Hörversuchen sowohl mit „Experten“ als auch mit „Laien“ wurde eine neues Modell zur Berechnung der Motorrauigkeit implementiert, das erheblich verbesserte Vorhersagen der Rauigkeit ermöglicht. Das Modell berücksichtigt zum einem die Ordnungsstruktur der Geräusche von Verbrennungsmotoren. Das akustische Signal wird nicht mehr mit einer Filterbank aus Filtern fester Mittenfrequenz zerlegt, sondern die Mittenfrequenzen werden dynamisch aus der Motordrehzahl berechnet. Dadurch können die im Signal enthaltenen und für die Rauigkeitsempfindung wichtigen Amplitudenmodulationen vollständig ausgewertet und für die Berechnung der Gesamtrauigkeit verwendet werden. Zum anderen ist diese auditorische spektrale Zerlegung im Zeitbereich implementiert und nicht, wie für herkömmliche Rauigkeitsmodelle, FFT-basierend.

Im Beitrag wird die Modellstruktur beschrieben und die Ergebnisse aus Hörversuchen und Berechnungen werden miteinander verglichen.

Di. 14:25 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Anwendungen eines vibroakustischen Simulators in der AutomobilindustriePeter Hillebrand Klaus Schaaf*Fahrzeugforschung - Akustik, Klimatisierung und Aerodynamik; Volkswagen AG; 38436 Wolfsburg*

Die Empfindung der Akustik und der Vibrationen im Fahrzeuginnenraum tragen wesentlich zur Komfortbeurteilung bei. Insbesondere müssen beide Aspekte in einer ausgewogenen Beziehung zueinander stehen. Ein vibroakustischer Simulator kann sowohl bei der Fahrzeugentwicklung, aber auch bei der späteren Qualitätssicherung wertvolle Dienste leisten. So lassen sich mit Hilfe standardisierter Simulationsinputs Bewertungsmaßstäbe vereinheitlichen und ermöglichen so eine konstante Qualitätseinstufung. Andererseits erleichtert die Beeinflussung der Simulationsinputs die Ausarbeitung der für die Komfortempfindung wesentlichen Kriterien. Die Auswirkung von Änderungen auf das Komfortempfinden lassen sich so gezielt untersuchen. Wir berichten über erste Einsätze eines gemeinsam mit der Universität Oldenburg entwickelten vibroakustischen Simulators und die damit gewonnenen Ergebnisse.

Di. 14:50 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Visualisierung von akustischen Mess- und Analyseergebnissen durch interaktive 3D-DarstellungMaria Fellner Martin Pflüger*Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH (M. Fellner), AVL List GmbH (M. Pflüger)*

Um die Abstrahlung von Schallquellen, wie beispielsweise Fahrzeugen, Flugzeugen oder industriellen Maschinen, effizient reduzieren zu können, werden unterschiedliche Arten von akustischen Messungen durchgeführt. Es handelt sich dabei sowohl um Luft- als auch um Körperschallmessungen. Aus diesen Messungen ergeben sich verschiedenste Datenmaterialien, die sich sowohl in der Formatierung als auch in der analytischen Aussage unterscheiden. Eine bislang nicht gelöste Aufgabenstellung besteht darin, diese Daten gesammelt weiter zu verarbeiten und auf einer einheitlichen Plattform zu vereinen. Zu diesem Thema werden verschiedene Lösungsmöglichkeiten untersucht. Es werden Möglichkeiten für eine interaktive 3D- Visualisierung gemessener akustischer Signale aufgezeigt, mit dem Ziel, die Ergebnisse besser vergleichend analysieren zu können. Mit den vorgestellten computerunterstützten Darstellungsmethoden soll ein rascheres Verständnis der meist

sehr komplexen Zusammenhänge zwischen akustischen Ursachen und Wirkungen erreicht werden.

..... **P a u s e**

Di. 15:40 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Konzept zur zielgerichteten Beeinflussung des Geräuschcharakters von Fahrzeugen

Hofmann, Marcus Helber, R.

DaimlerChrysler AG

Es wird ein bei der DaimlerChrysler AG erarbeitetes Konzept zur zielgerichteten Beeinflussung des Geräuschcharakters von Fahrzeugen vorgestellt. Ziel ist es, jede Baureihe bzw. Design- und Ausstattungslinie mit einem typischen, unverwechselbaren Innengeräuschcharakter ausstatten zu können, und damit den Fahrspaß zu erhöhen und eine weitergehende Identifikation des Kunden mit seinem Fahrzeug zu fördern.

Besonderer Schwerpunkt wird auf die Verbesserung des Klangcharakters in sportlichen Fahrzeugen gelegt. Bei dieser Fahrzeuggruppe ist ein lastabhängiges Geräuschverhalten im Sinne eines positiven Erlebens der Dynamik des Fahrzeugs wünschenswert. Dazu sind insbesondere die vom Antriebsstrang durch Körper- und Luftschallübertragung in den Innenraum eingeleiteten Geräuschbeiträge zu berücksichtigen.

Das Konzept zur gezielten Geräuschgestaltung läßt sich in den 3 Phasen unterteilen. In der ersten Phase werden Fahrzeuginnenraumgeräusche im Zeitbereich generiert. Dazu wurden verschiedene Systeme entwickelt, die auf Transferpfad-Basis eine rechnergestützte, quellenbezogene Prognose des Innenraumgeräuschs im Zeitbereich ermöglichen. Durch subjektive Beurteilungen mit Probanden läßt sich das gewünschte Zielgeräusch ermitteln. Die konstruktive Umsetzung erfolgt durch gezielte Maßnahmen an den entsprechenden Quellen und/oder ihren Übertragungswegen in den Innenraum. Dies wird anhand von Maßnahmen an der Ansauganlage und der Motorlagerung dargestellt.

Di. 16:05 Uhr Audimax I

Fahrzeugakustik I

Zur Anwendung akustischer Übertragungsfunktionen bei der Berechnung von Schallfeldern mit der Boundary- Elemente-Methode

Olgierd Zaleski *), Luc Cremers **), Otto von Estorff *)

*Arbeitsbereich Mechanik und Meerestechnik, Technische Universität Hamburg-Harburg *)*, *LMS International, Leuven **)*

Bei der Entwicklung von technischen Systemen unter dynamischer Belastung kommt der rechnerischen Vorhersage des akustischen Abstrahlverhaltens eine besondere Bedeutung zu. Die für die Behandlung derartiger Fragestellungen prinzipiell gut geeigneten Berechnungsverfahren, wie z.B. die Boundary-Elemente-Methode (BEM), werden jedoch oft nicht eingesetzt, da deren Verbrauch an Ressourcen eine wirtschaftliche Untersuchung komplexer Systeme kaum zulässt. In zahlreichen Untersuchungen werden daher Anstrengungen unternommen, die konventionell formulierte BEM um neue Ansätze so zu ergänzen, dass der Arbeitsspeicher und die Berechnungszeit reduziert werden können.

Eine interessante Möglichkeit, die Simulation zu beschleunigen, sind Akustische Transfervektoren (ATV). Hierbei handelt es sich um frequenzabhängige Übertragungsfunktionen, die einen Zusammenhang zwischen oberflächennormalen Verschiebungen (bzw. Geschwindigkeiten oder Beschleunigungen) einer schallabstrahlenden Struktur und dem Schalldruck in einem Feldpunkt darstellen. Unter Einhaltung der Form und der Eigenschaften des betrachteten Fluidgebietes in einem Modell mit gegebener Lage der Feldpunkte und konstanten akustischen Randbedingungen, erlauben einmal berechnete ATV, Schalldrücke für eine beliebige Verteilung der Oberflächenschnelle sehr effizient zu ermitteln. In diesem Beitrag wird die Formulierung der akustischen Transfervektoren vorgestellt und Möglichkeiten ihrer Anwendung anhand von praxisnahen numerischen Beispielen aufgezeigt. Es wird deutlich, dass mit Hilfe von ATV komplexe Sätze mit Eingangsdaten (z.B. Wasserfalldiagramme einzelner Motorkomponenten) wirtschaftlich verarbeitet werden können. Darüber hinaus wird auf den Einsatz der ATV bei der Gestaltoptimierung schallabstrahlender Strukturen näher eingegangen.

Di. 16:30 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Transferpfadanalyse von Motorgeräuschen im ZeitbereichF. Nentwich* H. Spannheimer**, R. Freymann**, H. Fastl**) *Institut f. Mensch-Maschine-Kommunikation* **) *BMW group*

Der Charakter des Fahrgeräusches muß mit dem Gesamteindruck eines Fahrzeuges eine harmonische Einheit bilden. Um das Fahrzeuginnen-geräusch gezielt zu gestalten, muß die psychoakustische Wirkung von konstruktiven Maßnahmen möglichst genau vorhergesagt werden.

Das Gesamtgeräusch eines Fahrzeuges setzt sich im Wesentlichen aus Motorgeräusch, Rollgeräusch und Windgeräusch zusammen. In dieser Arbeit wird das Motorgeräusch untersucht. Seine Körperschallanteile gelangen über verschiedene Pfade zum Fahrerohr. Man erhält sie aus einer Faltung von Kraftzeitsignalen mit mechanisch-akustischen Impulsantworten.

Übersteigt die Anzahl der Übertragungspfade die Anzahl der gleichzeitig verfügbaren Meßkanäle, ist es zweckmäßig, die Anregungszeit-signale in mehrere Meßreihen aufzuspalten. Auch bei guter Reproduzierbarkeit der Meßzyklen zeigen sich jedoch minimale Unterschiede in den Drehzahlzeitverläufen. Diese führen bei der Addition von Anteilen aus unterschiedlichen Meßreihen zu Schwebungen zwischen den Motorordnungen, was den Höreindruck erheblich verfälscht.

Es wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem sich Messungen derart synchronisieren lassen, daß die ganzen und halben Motorordnungen exakt übereinstimmen. Es basiert darauf, daß die Signale als Funktion des Nockenwellenwinkels anstatt der Zeit betrachtet werden. Die Meßreihen werden so neu abgetastet, daß ihre Nockenwellenwinkel übereinstimmen. Da die Zeitstruktur dabei erhalten bleibt, klingen die synchronisierten Anteile ihren Originalen gleich. Somit lassen sich die Anteile aus unterschiedlichen Messungen mit Hilfe des Synchronisationsverfahrens zu einem gesamten Motorgeräusch zusammenfügen. Sowohl die einzelnen Anteile, als auch das Gesamtgeräusch können auralisiert werden. Es empfiehlt sich, die dominanten Anteile zu identifizieren, da nur hier der effektive Einsatz konstruktiver Maßnahmen möglich ist. Deren Auswirkung auf den Klangeindruck kann simuliert und per Kopfhörer subjektiv beurteilt werden.

Di. 16:55 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Der Verbrennungsmotor als aktiver akustischer ZweipolFrank Lehringer*ECIA Abgastechnik GmbH, Fürth*

Die Methode der Transfermatrizen ist inzwischen ein Standardwerkzeug zur Berechnung der akustischen Eigenschaften von Schalldämpfern und Abgasanlagen von Kraftfahrzeugen. Charakteristische Größen wie Durchgangsdämpfung oder Einfügungsdämpfung lassen sich mit dieser Methode sehr schnell auch für vergleichsweise komplizierte Schalldämpferaufbauten und ausgedehnte Abgasanlagen ermitteln. Will man aber den absoluten Mündungspegel einer Abgasanlage berechnen, so muß der Verbrennungsmotor als akustische Quelle am Eingang der Abgasanlage mitmodelliert werden. Da die Transfermatrizen im Frequenzbereich ermittelt werden, der Verbrennungsmotor als periodisch arbeitende Maschine aber zweckmäßigerweise im Zeitbereich dargestellt wird, ist eine häufig diskutierte Frage, wie eine Modellierung des Verbrennungsmotors im Zeitbereich, mit einer Modellierung der Abgasanlage im Frequenzbereich verknüpft werden kann. Es wird untersucht, ob, in Anlehnung an die Elektrotechnik, der Verbrennungsmotor durch rechnerische Simulation des Kurzschluß- und Leerlaufbetriebs als aktiver akustischer Zweipol dargestellt und mit dem passiven akustischen Vierpol der Abgasanlage gekoppelt werden kann.

Di. 17:20 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Geräuschpfadanalyse für hochfrequenten KörperschallDipl.-Ing. Hendrik Sell*Vibracoustic GmbH & Co. KG*

Das akustische Verhalten von Fahrzeugen gewinnt zunehmend als Qualitäts- und Komfortfaktor an Bedeutung. Nach dem Einsatz von numerischen Verfahren zur Akustikoptimierung in der Konzeptphase werden in der Prototypenphase häufig hybride Verfahren eingesetzt, die auf Messungen und Berechnungen aufbauen. Zu den hybriden Verfahren zählt auch die Geräuschpfadanalyse, die im Automobilbau häufig bei Motor-, Antriebstrang- oder Rollgeräuschen eingesetzt wird.

Dieser Beitrag zeigt eine Erweiterung der Körperschall-Geräuschpfadanalyse. Für hohe Frequenzen können elastische Bauteile wie Motor- oder Fahrwerkslager nicht wie üblich als ideale Federn angesehen werden. Die hier vorgestellte Vierpol-Modellierung findet daher bei hohen Frequenzen Anwendung, da dann auch Massen- und Kopplungseffekte berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu der herkömmlichen Beschreibung der Lagereigenschaften durch dynamische

Steifigkeiten werden die elastischen Bauteile jetzt durch Eingangs-, Übertragungs-, und Ausgangssteifigkeiten beschrieben. Die Unterschiede zwischen klassischer und erweiterter Geräuschpfadanalyse werden anhand einer selbstentwickelten Software gezeigt.

Di. 17:45 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Active Path Tracking – Eine neue Methode zur Identifikation von strukturbedingten Geräuschpfaden eines Fahrzeuges

Dr. Martin Pflüger, Dr. Alfred Rust

AVL List GmbH

Transferpfadanalysen werden im Fahrzeugentwicklungsprozess in unterschiedlichen Ausführungen und mit unterschiedlichem Erfolg angewandt. Die verschiedenen Varianten unterscheiden sich sowohl in ihrem methodischen Ansatz als auch in ihrem Aufwand.

Um die im Fahrzeug häufig dominierenden Geräusche des Antriebsstrangs sowohl in ihrem Geräuschpegel zu reduzieren als auch gezielte Geräuscheigenschaften des Fahrzeuginnengeräusches wie beispielsweise "sportlich" oder "kraftvoll" hervorheben zu können, ist ein einfach und rasch anwendbares System zur Geräuschpfadanalyse erforderlich. Aus diesem Hintergrund heraus wurde das sogenannte "Active Path Tracking" System entwickelt, dessen methodischer Ansatz auf dem Prinzip der aktiven Geräuschauslöschung ("Active Noise Cancellation") aufbaut. Mit diesem System können strukturbedingte Geräuschpfadanalysen bis zu einer Frequenz von etwa 800 Hz am Fahrzeug durchgeführt werden, ohne den Antriebsstrang vom Fahrzeug trennen oder gar ausbauen zu müssen. Als potentielle Geräuschpfade können dabei alle Verbindungsstellen zwischen Antriebsstrang und Fahrzeugkarosserie wie beispielsweise Aggregatlager, Auspuffaufhängungspunkte und Radaufhängungsstellen berücksichtigt werden. Schließlich bietet das System auch die Möglichkeit für eine rasche Verifizierung der Analyseergebnisse mit Hilfe der Methode der aktiven Schwingungsauslöschung.

Die vorliegende Arbeit stellt dieses neue Analysesystem vor und beschreibt dessen Anwendung am Beispiel der Analyse, Verifizierung und Verminderung eines Innengeräuschproblems von einem PKW.

Di. 18:10 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik I

Halbunendliche Finite Elemente: Eine Studie zur Form der UmhüllendenDaniel Dreyer, Otto von Estorff*Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Mechanik und Meerestechnik*

Auf dem Gebiet der numerischen Simulation von Schallabstrahlungsvorgängen entwickelt sich die Finite-Elemente-Methode (FEM), in Verbindung mit sogenannten halbunendlichen Finiten Elementen, zu einer interessanten Alternative zur etablierten Boundary-Elemente-Methode (BEM). Die Vorteile der konventionellen FEM, insbesondere die Kompaktheit der Approximation und die Bandstruktur der Systemmatrizen, konnten bis auf wenige Modifikationen auch in die Simulation von Schallabstrahlungsvorgängen übernommen werden. Dazu werden halbunendliche Finite Elemente in einem zu definierenden Abstand von der schallabstrahlenden Struktur (Umhüllende) an ein konventionelles FE-Netz angeschlossen, welches unmittelbar an die Strukturoberfläche gekoppelt ist.

Mittlerweile existieren verschiedene Formulierungen für halbunendliche Finite Elemente mit unterschiedlichen Ansätzen und Approximationen. Für den verlässlichen Einsatz dieser Elemente in der Praxis sind genaue Untersuchungen erforderlich, die sowohl über den erforderlichen Approximationsgrad in radialer Richtung als auch über die Form der Umhüllenden, an welche die speziellen Elemente angeschlossen werden, Aufschluss geben. Insbesondere die Form der Umhüllenden bestimmt direkt die Größe des zu lösenden Gleichungssystems. Eine gezielte Reduktion der Anzahl der konventionellen Fluidelemente in der Nähe der Struktur kann jedoch die Genauigkeit der Berechnung erheblich beeinflussen. Zu dieser Fragestellung werden Ergebnisse einer vergleichenden Studie vorgestellt.

Di. 13:10 Uhr SBS95, Raum 0.16

Vorstellung der Poster

Vorstellung der Poster

Jede/r Autor/in eines Posters kann das Poster und sich selbst vorstellen. Pro Beitrag stehen maximal 5 Minuten zur Verfügung, es dürfen maximal 3 Overhead-Folien aufgelegt werden.

Di. 15:40 Uhr SBS95, Raum 0.16

EU-Lärmpolitik

Neue Entwicklungen in der europäischen Lärmpolitik

Volker K.P. Irmer

Umweltbundesamt, Berlin

Traditionell bestand die europäische Lärmpolitik darin, zum Abbau von Handelshemmnissen die Geräuschemissionen von Produkten (Kraftfahrzeugen, Baumaschinen, Rasenmäher, Flugzeuge) zu begrenzen. Im 5. Umweltprogramm hat die Kommission erstmals auch Lärmqualitätsziele angegeben, die jedoch weit oberhalb der von der WHO vorgeschlagenen Werte liegen. In ihrem Grünbuch "Künftige Lärmschutzpolitik" von 1996 hat die Kommission einen Vorschlag für eine kohärente Lärmschutzpolitik gemacht, die darauf basiert, dass in Europa sowohl Emissions- als auch Immissionsregelungen harmonisiert werden sollen. Die Kommission hat durch die Einrichtung von Arbeitsgruppen auf der Kopenhagener Konferenz im September 1998, die die notwendige fachliche Unterstützung der Kommission garantieren sollen, auch einen organisatorischen Rahmen für die zukünftige Arbeit geschaffen. Über die Arbeitsweise in der Kommission und die erzielten Ergebnisse – insbesondere Richtlinien und Richtlinienvorschläge – wird berichtet.

Di. 16:05 Uhr SBS95, Raum 0.16

EU-Lärmpolitik

Positionspapier der EU-Arbeitsgruppe 1 "Lärmkenngrößen"

Mathias M. Stani

(Eine Zusammenfassung des Beitrags liegt nicht vor.)

Di. 16:30 Uhr SBS95, Raum 0.16

EU-Lärmpolitik

Bericht aus der EU-Arbeitsgruppe 2 "Dosis/Wirkungs-Beziehungen"

Autor N.N.

(Eine Zusammenfassung des Beitrags liegt nicht vor.)

Di. 16:55 Uhr SBS95, Raum 0.16

EU-Lärmpolitik

Bericht aus der EU-Arbeitsgruppe 4 "Harmonisierung der Meß- und Berechnungsverfahren für Umweltlärm" – Stand der Arbeiten

Dieter Gottlob

Umweltbundesamt, Berlin

Die neue Lärmschutzpolitik der Europäischen Kommission sieht vor, einen kohärenten Satz von Richtlinien zu erarbeiten, der Regelungen sowohl zu Geräuschemissionen als auch zu Geräuschimmissionen enthält. In diesem Rahmen die Kommission im vergangenen Jahr den Entwurf einer Richtlinie zur Bewertung und Minderung von Umweltlärm vorgelegt. Dieser Entwurf sieht u. a. vor, in den nächsten Jahren in Europa harmonisierte Verfahren zur Messung und Berechnung von Straßen-, Schienen- und Luftverkehrslärm sowie für Industrie- und Gewerbelärm zu erarbeiten. Zur Unterstützung ihrer Arbeit hat die Kommission die EU-Arbeitsgruppe "Harmonisierung der Mess- und Berechnungsverfahren für Umweltlärm" eingerichtet. Im Rahmen des Vortrages soll der aktuelle Stand der Arbeiten dargestellt

Di. 17:20 Uhr SBS95, Raum 0.16

EU-Lärmpolitik

Bericht aus der EU-Arbeitsgruppe 4 "Lärmkartierung"

Christian Popp

Lärmkontor, Hamburg

Die EU-Arbeitsgruppe 4 wurde 1998 in Kopenhagen gegründet. Ihr gehören zur Zeit acht Vertreter aus unterschiedlichen Mitgliedsstaaten der EU an. Hinzu kommen je ein Vertreter der NGOs, der Industrie sowie der Europäischen Kommission. Aufgabe der Arbeitsgruppe ist es, bis 2002 Lärmkartierungsmethoden zu entwickeln und Präsentationsverfahren differenziert nach Zielgruppen und Anwendungsbereichen vorzuschlagen. Darüber hinaus werden Hinweise für die Gewinnung von Eingangsparametern für die unterschiedlichen Schallquellenarten formuliert. Die Arbeitsgruppe 4 stimmt sich insbesondere mit den Arbeitsgruppen 3 "Ermittlungsverfahren" und 5 "Minderungsmaßnahmen" intensiv ab. Über die Fortschritte in der Arbeitsgruppe wird berichtet.

Di. 17:45 Uhr SBS95, Raum 0.16EU-Lärmpolitik

Bericht aus EU-Arbeitsgruppe 5 "Lärminderung"Elke Stöcker-Meier*Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf*

Aufgabe der AG 5 ist die Erarbeitung von Richtlinien für die Aufstellung von Lärminderungsplanungen und deren Umsetzung auf lokaler Ebene. Zuerst hat die AG 5 eine Bestandsaufnahme möglicher Lärminderungsmaßnahmen durchgeführt und deren Wirksamkeit, Vor- und Nachteile, voraussichtliche Kosten und den Bezug zum Verursacherprinzip dargestellt. Die AG 5 sammelt zur Zeit die in den Mitgliedstaaten mit den verschiedenen Minderungsmaßnahmen gewonnenen Erfahrungen, um hieraus Erkenntnisse für zukünftige Aktionspläne zu gewinnen. Darüber hinaus hat die AG 5 bereits mit der Erarbeitung der Richtlinie begonnen.

Über die Fortschritte in der Arbeitsgruppe wird berichtet.

Di. 18:10 Uhr SBS95, Raum 0.16EU-Lärmpolitik

Eine europäische Richtlinie zur GeräuschemissionVolker K.P. Irmer*Umweltbundesamt, Berlin*

Nach Vorarbeiten mit Lärmexperten aller Mitgliedstaaten hat die Kommission im Juli 2000 einen Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates über die Ermittlung und Minderung von Umgebungslärm vorgelegt. Der Vorschlag hat zum Ziel, schädliche Umwelteinwirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Lebensqualität durch hohe Lärmpegel in der Umwelt zu vermeiden, zu verhüten und zu vermindern. Der Vorschlag enthält Regelungen zur Harmonisierung der Beschreibungsgrößen für Umgebungslärm und deren Ermittlungsverfahren, zur Erstellung von Lärmkarten und zur Aufstellung von Aktionsplänen (Lärminderungspläne). Die Mitgliedstaaten werden verpflichtet, die Bevölkerung über die Lärmbelastung zu informieren und der Kommission entsprechend zu berichten. Die Kommission ihrerseits soll u.a. untersuchen, ob zukünftig in einer zweiten Stufe auch europaweit harmonisierte Qualitätsziele für Umgebungslärm festgelegt werden können und sollen. Der Richtlinienentwurf wird z.Zt. im europäischen Parlament und im Rat beraten. Über die letzten Entwicklungen und die möglichen Auswirkungen auf die deutsche Gesetzgebung wird berichtet.

Ende der Sitzung

Di. 13:10 Uhr ES38, Raum 018

Lehre der Akustik

Neue Vorlesungen zur Akustik an der TU DresdenPeter Költzsch*Technische Universität Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation*

Für die Fakultät Maschinenwesen (Konstruktiver Maschinenbau, Kraftfahrzeug- und Schienenfahrzeugtechnik) wird seit einigen Jahren eine Vorlesung (mit Rechenübungen, Praktika) zur Maschinenakustik gehalten. Diese beinhaltet die Grundlagen des Luft- und Körperschalls sowie umfangreiche Abschnitte über die durch (festkörper)mechanische und strömungsmechanische Vorgänge bedingten Schallerzeugungsmechanismen, deren Berechnungsverfahren sowie die zugeordneten Geräuschkinderungsmaßnahmen für Maschinen und Anlagen.

In einer Vorlesung "Ähnlichkeitstheorie und Modelltechnik" (mit Rechenübungen und einem Praktikumversuch) werden, weit über das Gebiet der Akustik hinausgehend, die allgemeinen Grundlagen für die Begriffe "Ähnlichkeit" und "Modell" gelehrt, neben der experimentellen Modelltechnik insbesondere auch die nutzbringende Anwendung dimensionsloser Kennzahlen für die experimentelle Forschung und die numerische Simulation.

Schließlich ist im Hinblick darauf, dass ein umfassender Überblick zum Fachgebiet der Akustik und eine anwendungsorientierte Technische Akustik in einer Vorlesung des letzten Semesters zweckmäßig sein könnte, eine Vorlesungsreihe "Ausgewählte Kapitel der Akustik" erprobt worden. Darin werden in einigen Vorlesungen die klassischen technischen Lärmschutzmaßnahmen gelehrt, und zwar Auslegung, Berechnung, Gestaltung und praktische Beispiele für Kapseln, Schalldämpfer, Schirmwände, bauakustische Maßnahmen. Daran schließen sich Vorträge von Lärmschutzexperten aus Ingenieurbüros an, die über die Bearbeitung von Lärmschutzproblemen der Praxis berichten, also von der Problemfindung, über die Bearbeitungs- und Lösungsstrategien, über die Realisierung und Montage bis zur Nachmessung. Im zweiten Teil dieser Vorlesung wird von fachkompetenten Vertretern zu aktuellen Teilgebieten der Akustik vorgetragen, die im Rahmen des Studienplanes derzeit nicht in ausreichendem Umfang in der Lehre angeboten werden können, also z. B. Vorträge zur musikalischen Akustik, zum Ultraschall, zur Hörgeräteakustik und physiologischen Akustik, zum Fluglärm u.a.m.

Di. 13:35 Uhr ES38, Raum 018

Lehre der Akustik

Nutzung von Projektarbeiten für Forschung, Lehre, Gewinnung von Akustikernachwuchs und Öffentlichkeitsarbeit: "Außerberufliche Geräuschbelastung und Hörfähigkeit bei Jugendlichen"D. Schulz, K. Künzel*Hochschule Mittweida (FH)*

Seit 1993 werden an der Hochschule Mittweida Arbeiten zum Thema "Außerberufliche Geräuschbelastung und Hörfähigkeit bei Kindern und jungen Erwachsenen" durchgeführt. Am Beispiel dieses Vorhabens werden Erfahrungen zu folgenden Problemen dargelegt: a) Wie konnten Studenten des Studienganges Umwelttechnik frühzeitig in die Forschungsarbeit einbezogen und dabei für die Spezialisierungsrichtung "Umweltakustik" interessiert werden? b) Wie kann durch eine enge Zusammenarbeit mit örtlichen Schulen das Thema "Lärm" stärker publik gemacht und gleichzeitig für die Hochschule geworben werden? c) Welche Möglichkeiten ergeben sich daraus, ein umfangreiches Datenmaterial zum Thema "Lärm und Gehör" zu erheben, ohne dass für dieses Vorhaben Fördermittel zur Verfügung standen? Im zweiten Teil des Vortrages werden einige Ergebnisse dieses Projektes vorgestellt, z.B. zur Lärmbelastung Jugendlicher (Disco, Sportveranstaltungen, Schule u.a.), zur Hörfähigkeit und zum Zusammenhang zwischen Gehörbeeinträchtigungen und verschiedenen Formen der Lärmbelastung. Insbesondere werden die Ergebnisse einer Studie diskutiert, bei der Schüler mehrerer 7.-10. Klassen einer Mittelschule jeweils über zwei bis vier Jahre jährlich audiometrischen Untersuchungen unterzogen wurden. Es werden Trends bei der Entwicklung der Hörfähigkeit unter besonderer Berücksichtigung des Höchstton-Bereiches (8...16 kHz) abgeleitet.

D. Schulz Hochschule Mittweida (FH) FB MPI Technikumplatz 17
09648 Mittweida

Di. 14:00 Uhr ES38, Raum 018

Lehre der Akustik

Simulation und Interaktion in Real-Time-3D-Lernumgebung für akustische LehrinhalteFanny Klett*Technische Universität Ilmenau; Institut für Medientechnik*

Die hochausgebauten Wide Area Networks und Local Area Networks im universitären Umfeld stellen verstärkt die Plattform für moderne Lehr- und Lernangebote im Netz. Dabei werden Lehrende und Studierende mit neuen Chancen und Forderungen der realitätsnahen Verarbeitung und Darbietung komplexer Wissensgebiete konfrontiert. Simulation und Real-Time-Präsentation von 3D-Daten gewinnen bei Lernumgebungen zunehmend an Bedeutung, da die Nutzer eine möglichst

authentische Erfahrbarkeit von Ereignissen und eine hochgradig reale Bewegung im Lernraum als starke Akzeptanzkriterien hervorheben. Unter Berücksichtigung methodischer Aspekte des Lernens mit 3D-Umgebungen und mannigfaltiger Richtlinien zur Entwicklung eines akzeptablen und intuitiven Graphical User Interface werden akustische Lehrinhalte wie akustische Wahrnehmung einschließlich der akustischen Phänomene als unzertrennlicher Bestandteil der akustischen Lehre, Schallwandler u.a. mit Hilfe von Simulationsmodulen und VR-Visualisierungen dem Nutzer in einer hochinteraktiven 3D-Lernumgebung nahegebracht. Der hypermediale Charakter der Anwendung erlaubt den Zugang zu Struktureinheiten (Text, Bild, Ton, 2D- und 3D-Animation, VR-Welt) in unterschiedlicher Tiefe und in multiplen Dimensionen (Raum und Zeit), wobei die Informationsaufnahme durch die logische Strukturierung der einzelnen Wissensgebiete erleichtert wird.

Die hypermediale Lernumgebung gestattet, bedingt durch ihren modularen und flexiblen Aufbau, die Aufnahme weiterführender Inhalte. Die geschaffene 3D-Welt kann beliebig verändert, präzisiert und ebenso durch zusätzliche Objekte erweitert werden. Im Zuge der fortschreitenden Verbreitung und Leistungsfähigkeit des Internets wäre es denkbar, universitären Einrichtungen solche 3D-Umgebungen unabhängig von Ort und Zeit sowie in hoher Auflösung für Online-Lernen in der Akustik zugänglich zu machen.

Di. 14:25 Uhr ES38, Raum 018

Lehre der Akustik

Resonanter kapazitiver Ultraschallwandler – Dimensionierung mit Netzwerkmethoden

Stephan Leschka, Günther Pfeifer

Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden

Resonante kapazitive Ultraschallwandler, bestehend aus Streifenresonatoren, sind mit Netzwerkmethoden dimensionierbar. Im Vordergrund der Betrachtungen wird die Qualität der Netzwerkmethoden zur Abbildung des genannten Wandlertyps im Resonanzbetrieb erprobt. Ein Schaltungsmodell mit verteilten Parametern dient zur Modellierung eines einzelnen Streifenresonators, vor dessen Oberfläche ein ortsunabhängiger Schalldruck angenommen wird. Von dieser Näherung kann bei den angestrebten Dimensionen bei der Zielfrequenz ausgegangen werden. Aus diesem Ansatz ergibt sich eine spezielle Vorschrift zur Aufteilung der Last des Luftschallfeldes auf das Schaltungsmodell. Weiterhin

wurde die Dämpfung durch thermodynamische Prozesse im Luftvolumen zwischen Membran und Gegenelektrode des kapazitiven Wandlers in die Berechnungen einbezogen. Eine physikalisch richtige Abbildung dieses Verlustmechanismus mit Netzwerkmethoden ermöglicht ihre Betrachtung im Schaltungsmodell durch das Einfügen zugehöriger resistiver Bauelemente. Auf diese Weise entsteht ein gut nachvollziehbares Modell, womit das Verhalten des kapazitiven Resonanzwandlers von der Erzeugung der elektrischen Feldkraft über die Entstehung der Membranschnelle bis zur Abstrahlung des Schalldrucks stufenweise betrachtet werden kann. Es zeigt sich, dass eine Schaltung mit wenigen Elementen eine genügend genaue Modellbildung im Vergleich zu feingliedrigen Modellen erlaubt. Die Übereinstimmung der Modelldimensionierung mit Messergebnissen eines Versuchsaufbaus wird gezeigt.

Ende der Sitzung

Di. 15:40 Uhr ES38, Raum 018

Visualisierung

Visuelle Darstellung von schallerzeugenden Wirbeln

Lothar Zipser, Stefan Lindner

Hochschule für Technik und Wirtschaft (FH) Dresden

Die Sichtbarmachung von Wirbeln in strömenden Medien und ihre Umwandlung in Schallwellen ist seit langem Gegenstand umfangreicher Untersuchungen. Üblicherweise werden zur Sichtbarmachung von Wirbeln in das strömende Medium optisch markierende Indikatoren hinzugegeben. Dieses Verfahren stößt jedoch an Grenzen, wenn die Wirbel nur eine geringe räumliche Ausdehnung haben. Außerdem erlaubt es keine Aussagen zur akustischen Wirksamkeit von Wirbeln. Vorgestellt wird ein laseroptisches Verfahren zur berührungslosen Aufnahme periodisch auftretender Wirbel in strömenden Gasen, zur zweidimensionalen Darstellung ihrer Fortbewegung und ihrer Auflösung in freien und begrenzten Strömungsfeldern, sowie zur Bestimmung der Druckverteilung in den Wirbeln. Das Verfahren ist auch für Wirbel mit Abmessungen im mm-Bereich nutzbar und könnte in der Strömungsmechanik und -akustik, in der akustischen Sensorik und bei der Lärmbekämpfung im Flugzeug- und Fahrzeugbau Anwendung finden. Die Anschaulichkeit des Verfahrens wird an repräsentativen Beispielen vorgeführt.

Di. 16:05 Uhr ES38, Raum 018

Visualisierung

Visuelle Darstellung von SchallfeldernStefan Lindner, Lothar Zipser*Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fachbereich Elektrotechnik*

Die visuelle Darstellung von Luftschallfeldern erfolgt bisher meist auf der Basis von Simulationsrechnungen. Die hochaufgelöste Darstellung gemessener Schalldruckverteilungen ist hingegen ein bisher nur unzureichend gelöstes Problem. Es wird ein neuartiges lasertechnisches Verfahren vorgestellt, das es gestattet Schalldruckfelder mit Intensitäten im Hörbereich und Frequenzen vom Hör- bis in den Ultraschallbereich zweidimensional zu vermessen. Die Messwerte können als Betrags- oder Phasenbilder dargestellt werden. Mit Hilfe von zwei- oder dreidimensionalen Animationen ist zudem eine anschauliche Darstellung der Wellenausbreitung möglich. Mögliche Anwendungsgebiete dieses Verfahrens reichen von Schallabstrahlungsuntersuchungen über die Entwicklung akustischer Wandler bis hin zu raumakustischen Messungen sowie Methoden der anschaulichen Wissensvermittlung. Besonders hervorzuheben ist, dass die Schallfeldvisualisierung mit handelsüblichen Geräten erfolgen kann.

Im Vortrag werden neben einer kurzen Erläuterung des Wirkprinzips und eines praktischen Messaufbaus anschauliche Beispiele vermessener Schallfelder gezeigt.

Ende der Sitzung

Di. 16:30 Uhr ES38, Raum 018

Hydroakustik

Anmerkungen zum Thema "Wie laut sind Ozeane?"Dr. G. Wittek*Heikendorf bei Kiel*

"So laut sind die Ozeane", "Militärische SONAR-Geräte zerstören das Gehör von Walen" oder "Lärm läßt Wale stranden", "Tod im Lärm". Solche oder ähnliche Schlagzeilen geistern durch die Presse und populärwissenschaftliche Magazine (DIE WELT, FOCUS, Bild der Wissenschaft u.a.). Alle wollen sie auf die akustische Umweltverschmutzung der Weltmeere hinweisen, bedingt vor allem durch militärischen und kommerziellen Schiffsverkehr, den Betrieb von Bohrinseln oder Forschungsaktivitäten. Da ist u.a. von einem NATO-Niederfrequenz-SONAR die Rede, welches einen "infernalen Lärm von 230 Dezibel" erzeugt. Oder: "Für Klimatests donnern Unterwasser-Lautsprecher

vor Kalifornien und Hawaii in regelmäßigen Abständen mit 195 Dezibel quer durch den Pazifik". Diese Aussagen beziehen sich offenbar auf Messungen von Schalldrücken im Wasser, die dann mit Schalldrücken in Luft gleichgesetzt und entsprechend den Luftschallgesetzen beurteilt werden. Dieses ist aber wegen der sehr verschiedenen Schall-Kennimpedanzen von Wasser und Luft (sie unterscheiden sich etwa um den Faktor 3500) unzulässig. Die sensationsheischenden Pressemeldungen bedürfen einer Korrektur, einer Ergänzung und Präzisierung. Der Vortrag möchte hierzu einen Beitrag liefern.

Di. 16:55 Uhr ES38, Raum 018

Hydroakustik

Sediment- und Objektortung mit parametrischen Sendeverfahren

Prof. Dr. Gert Wendt, Dipl.-Ing. Jens Wunderlich

Universität Rostock, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Nachrichtentechnik, Richard-Wagner-Str. 31, 18119 Rostock-Warnemünde

Bei parametrischen Sendeverfahren werden von einem Unterwasser-Schallwandler gleichzeitig mindestens zwei Frequenzen mit hohen Schalldrücken abgestrahlt. Die infolge nichtlinearer Wechselwirkungen im Wasser entstehenden Schallwellen der Differenzfrequenzen sind besonders gut für die Objekt- und Sedimentortung geeignet. Es lassen sich kurze, stark gebündelte niederfrequente Schallimpulse mit kleinen Wandlerabmessungen erzeugen. Ausgangspunkte für die Dimensionierung parametrischer Quellen sind anwendungsspezifische Parameter sowie physikalische und technische Grenzen. Die Schallintensität wird durch einsetzende Kavitation oder Stoßwellen sowie durch mechanische und elektrische Belastungen der Wandlermaterialien und die Realisierbarkeit der Sender begrenzt. Es werden Beispiele für Dimensionierung und Eigenschaften parametrischer Quellen angegeben. Vorteile und Besonderheiten parametrischer Sendung werden an Verfahren für drei Einsatzfälle dargestellt, die an der Universität Rostock entwickelt wurden und von der INNOMAR Technologie GmbH Rostock in Produkte umgesetzt werden: Mit kleinen mobilen Sedimentecholoten werden sowohl in sehr flachen Gewässern als auch in der Tiefsee hohe Auflösungen und Eindringungen im Sedimentkörper erreicht. Die zusammen mit elektronischer Schallstrahlstabilisierung und Heavekompensation sowie mit Signalverarbeitungsverfahren für große Signaldynamik entstehen Systeme übertreffen die Leistungsfähigkeit linearer Systeme weit. Es werden typische Echogrammbeispiele gezeigt. Akustisch können Sedimentschicht-Mächtigkeiten nur bestimmt werden, wenn die Schallgeschwindigkeiten in den Schichten bekannt sind.

Diese mussten an Bohrkernen ermittelt werden. Nun wurde ein Verfahren unter Anwendung von Prinzipien der Refraktionsseismik entwickelt und getestet, mit dem die Schallgeschwindigkeiten vom fahrenden Schiff aus gemessen werden. Verfahren und Messergebnisse werden vorgestellt. Für die Ortung kleiner Objekte im Boden sind hohe räumliche Auflösungen erforderlich. Um ein größeres Messfeld effektiv untersuchen zu können, benötigt man Fächer-Sedimentecholote. Die akustischen Problemstellungen, der Aufbau eines Lotes sowie Messergebnisse werden gezeigt.

Ende der Sitzung

Di. 17:20 Uhr SBS95, Raum 008

Körperschall

Einheitliche Beschreibung der Körperschalleistung in Balken verschiedener Gestalt

G. Hübner P. Kurtz

ITSM, Universität Stuttgart / Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Dortmund

Bei Anwendung der Wellentheorie (WT) zur Beschreibung des Körperschalls in Balken und Platten unterschiedlicher Gestalt wird der Vektor der Verschiebungen einheitlich bestimmt durch Differentialgleichungen der 2. Ordnung sowohl bezüglich der Zeit als auch des Ortes. Die Beschreibung erfordert die Berücksichtigung aller sogenannter "Nebeneinflüsse", verursacht durch Rotationsträgheiten, axiale Dehnbarkeit und spezielle Einflüsse der Schubkräfte, womit zudem der Anwendungsbereich der Theorie zu höheren Frequenzen hin erweitert wird. Der auf dieser Grundlage abgeleitete Energieerhaltungssatz beinhaltet explizit den WT-Term der Körperschalleistung P . Bemerkenswert ist dabei, dass diese Größe P für alle Arten von Balkenformen nur durch den Verschiebungsvektor und seine 1. Ortsableitung ausgedrückt wird. Dies ist ein großer Vorteil im Vergleich zu den entsprechenden bekannten "klassischen" Beschreibungen der Körperschalleistung. Die klassische von Noiseux, Pavic und Verheij benutzte Schalleistungsbeschreibung weist bereits für den sehr einfachen Fall von Biegewellen in geraden Balken Ableitungen von 3. Ordnung als auch gemischte Zeit/Orts- Ableitungen auf. Der Vortrag diskutiert Details der WT-Körperschalleistung und stellt einige praktische Beispiele vor.

Di. 17:45 Uhr SBS95, Raum 008Körperschall

Interface mobilities – theory and applicationsBjörn A. T. Petersson*ITA, TU-Berlin*

In practice structural components are often joined over closed- or open-contour interfaces. Such is the case, for instance, with duct systems and machine installations. For this class of interfaces the formal simplicity of point connections can be retained by introducing periodically expanded dynamic characteristics - interface mobilities. In a couple of recent theoretical studies this approach has been exploited and it is demonstrated that merely the first few distribution orders are of significance for the sound and vibration transmission in a wide, practically interesting frequency range. This paper describes the interface mobility concept and highlights some of its features as well as its applications. Experimental results are shown for both continuous and discrete interfaces between a vibrating superstructure and a receiving system. Also discussed is the use of interface mobilities in conjunction with structure-borne sound source characterization.

Ende der Sitzung

Di. 13:10 Uhr ES40, Raum 0007

Sprache in IP-Netzen

Von “end-to-end” zu “mouth-to-ear” – Zur instrumentellen Bewertung von Sprachqualität in IP-NetzenJens Berger*Deutsche Telekom Innovationsgesellschaft mbH*

Die steigende Zahl an Telekommunikationsdiensten und deren Anbieter erfordert effiziente Methoden zur sicheren Bewertung der Qualität übertragener Sprache. Die sicherste und anerkannteste Methode ist immer noch die Qualitätsbewertung durch Versuchspersonen in Hörtests oder Konversationen.

Zur effizienten Bewertung großer Mengen von Sprachmaterial werden zunehmend instrumentelle Bewertungsverfahren eingesetzt, die eine Abschätzung der Sprachqualität anhand meßbarer physikalischer Parameter der Sprachsignale vornehmen. Es existieren mehrere solcher Ansätze zur Bewertung schmalbandiger Sprache, die für bekannte Übertragungssysteme zuverlässig die Sprachübertragungsqualität abschätzen können. Die Schnittstelle zu diesen Messverfahren bilden die elektrischen Netzzugänge, die Endgeräte sind in den Verfahren nur modellhaft integriert. Die Sprachqualität wird derart prädiziert, wie sie von

Versuchspersonen in einer Telefonsituation unter Benutzung eines Handapparates wahrgenommen würde.

Speziell bei Sprachübertragung in IP-Netzen verschwimmen jedoch die Grenzen zwischen Netz und Endgerät. Zum einen werden Komponenten klassischer Netze wie z.B. Sprachcodierverfahren bereits in die Endgeräte integriert, zum anderen ist die Vielfalt der möglichen Endgeräte verglichen mit dem konventionellen Handapparat wesentlich größer.

Eine Qualitätsbestimmung, die lediglich die Übertragungskomponenten zwischen den elektrischen Netzzugängen berücksichtigt, reicht hier nicht mehr aus, um die tatsächlich von den Gesprächspartnern empfundene Sprachqualität abzubilden. Es ist erforderlich die Endgeräte einschliesslich ihrer akustischen Schnittstellen in die Bewertung einzubeziehen.

Das instrumentelle Sprachqualitätsmeßverfahren TOSQA wurde ursprünglich für die Bewertung von Schmalbandsprache ohne die Berücksichtigung akustischer Eigenschaften der Terminals entwickelt. Die Erweiterung des Modells erlaubt inzwischen auch die Bewertung von Breitbandsprache, es können ebenfalls erste Ergebnisse unter Einbeziehung der Terminals vorgestellt werden. Zur Überprüfung des Modells wurden auditive Sprachqualitätsuntersuchungen vorgenommen, die mit denen der instrumentellen Bewertung verglichen werden.

Di. 13:35 Uhr ES40, Raum 0007

Sprache in IP-Netzen

Beschreibung der von Sprachkodierern hervorgerufenen Beeinträchtigungen mittels Impairment-Faktoren

Sebastian Möller Jens Berger

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum; T-Nova Deutsche Telekom Innovationsges. mbH Berkomp, Berlin

Auf Telefonübertragungsstrecken werden zur Datenreduktion in zunehmendem Maße Sprachkodierer mit Bitraten von 64-4 kbit/s eingesetzt. Die hierdurch hervorgerufenen Beeinträchtigungen wirken sich perzeptiv sehr unterschiedlich auf die Sprachübertragungsqualität aus. Obwohl in verschiedenen Untersuchungen die Multidimensionalität des Problems gezeigt wurde (vgl. McDermott, 1969; McGee, 1964; Bappert & Blauert, 1993), so ist doch besonders im Anwendungsfall der Netzwerkplanung eine eindimensionale Beschreibung der Qualitätsbeeinträchtigung von Vorteil. In diesem Beitrag wird die Beschreibung durch sogenannte Equipment-Impairment-Faktoren analysiert, welche für die Qualitätsplanung von Telefonnetzen neuerdings als einzige Planungshilfe international empfohlen werden. Impairment-Faktoren sind als inkrementeller Wert der durch Sprachkodierer hervorgerufenen Beeinträchtigung definiert, welcher zu anderen Beeinträchtigungen (z.B.

durch Rauschen, Echos, etc.) additiv ist. Die hier beschriebenen Untersuchungen belegen jedoch, dass die Additivität nicht in allen Fällen (z.B. bei Codec-Tandems) gegeben ist. Es wurde eine neue Methode entwickelt, welche Impairment-Faktoren für neue Sprachkodierer in Bezug zum bestehenden Bewertungssystem verankert. Diese Methode ist nun bei der International Telecommunication Union (ITU-T) als Empfehlung vorgeschlagen worden (draft Rec. P.833, 2000). Experimentelle Untersuchungen zur Verifikation der Methode werden vorgestellt und hinsichtlich der Genauigkeit der Erfassung von Beeinträchtigungen interpretiert. Ein Ausblick zeigt Anwendungsmöglichkeiten im Falle von Übertragungsfehlern (Bitfehler, Paketverluste), sowie für die Auswirkungen auf Spracherkennung im Telefonnetz (z.B. für Auskunftssysteme).

Di. 14:00 Uhr ES40, Raum 0007

Sprache in IP-Netzen

Sprachübertragungs-Qualität — Rauschen, Echos, Transkodierung, Paketverluste

Ulrich Heute Thorsten Ludwig

Lehrstuhl für Netzwerk- und Systemtheorie Technische Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Kaiserstr. 2, D-24143 Kiel, uh@tf.uni-kiel.de, tlu@tf.uni-kiel.de

Der Nutzer einer Sprachübertragung hat einen Qualitätseindruck, der u.a. durch Störungen unterschiedlicher Art bestimmt wird. Ein "In-Service Non-Intrusive Measurement Device" (INMD) hat die Aufgabe, aus dem (digitalen) Sprachsignal einer laufenden Verbindung - ohne ihre Informationsinhalte zu stören oder zu beeinflussen, also "non-intrusive"- Nutz- und Störeffekte zu bestimmen und aus den Messwerten auf den Qualitätseindruck zu schließen. Der Verzicht auf eine Beeinflussung heisst, dass nicht etwa Testäußerungen o.ä. verlangt, sondern nur allgemeine Sprachsignal-Eigenschaften ausgewertet werden können.

Üblicherweise gemessen werden die mittlere Sprachaktivität (average speech level), der Rauschpegel (noise level) sowie Echos nach Stärke und Laufzeit (echo loss, echo delay). Schon hier ist die Messung im laufenden Betrieb problematisch und nur mit Hilfe geeigneter Algorithmen zuverlässig möglich; so müssen Sprache und Störung getrennt und Rauschen von Echos unterschieden werden, und Echos großer Laufzeit erfordern Korrelationsmessungen über lange Signalabschnitte.

Hierüber wird berichtet, vor allem aber auch über Ansätze zur zusätzlichen Bestimmung weiterer Störeinflüsse, wie sie durch moderne Kodierverfahren niedriger Bitraten, eventuell auch in Tandemanordnung

(Transkodierungen), und durch Paketverluste in entsprechenden (z.B. IP-) Verbindungen auftreten.

Di. 14:25 Uhr ES40, Raum 0007

Sprache in IP-Netzen

Qualitätsverbesserung für mobile Sprachkommunikation

Jan Tilp

TU Darmstadt, Institut für Nachrichtentechnik, FG Theorie der Signale

Angesichts der zunehmenden Bedeutung der Mobiltelefonie findet Sprachkommunikation immer häufiger in geräuscherfüllter Umgebung statt. Um eine qualitativ hochwertige Sprachübertragung in IP-basierten Mobilfunknetzen der nächsten Generation zu ermöglichen, werden daher neben Strategien gegen Paketverlust adaptive Algorithmen zur Geräuschreduktion benötigt, die unabhängig von der jeweils vorherrschenden Geräuschkulisse gute Sprachqualität sicherstellen.

Bekannte Algorithmen führen bei hinreichender Unterdrückung störender Umgebungsgeräusche stets zu einer Verschlechterung der Sprachqualität. Dies liegt nicht zuletzt daran, daß Kenntnisse über relevante Sprachparameter wie beispielsweise die Sprachgrundfrequenz (engl.: pitch frequency) bisher nicht in ausreichendem Maße ausgenutzt werden.

Kürzlich wurde von uns ein zweistufiges Verfahren zur Sprachverbesserung vorgestellt, das aus einer geeignet parametrisierten einkanaligen spektralen Subtraktion sowie einem pitch-adaptiven Nachfilter besteht. Durch die spektrale Subtraktion wird zunächst eine moderate Dämpfung der Störungen eingebracht mit dem Ziel, den Anteil an Sprachverzerrungen möglichst gering zu halten. Im Sprachsignal ist dann weiterhin ein Rauschteppich wahrnehmbar. Die grundlegende Idee der pitch-adaptiven Nachfilterung besteht darin, in den spektralen Tälern stimmhafter Sprachabschnitte unterhalb der Sprachgrundfrequenz sowie zwischen den Harmonischen (d.h. in Bereichen mit niedrigem Signal-zu-Rausch-Verhältnis) für eine Dämpfung von Restgeräuschen zu sorgen. In diesem Beitrag präsentieren wir eine verbesserte Variante dieses Ansatzes. Der einer Nachfilterung unterzogene Frequenzbereich, dessen obere Grenze bisher unabhängig von den Eigenschaften der Störgeräusche konstant blieb, wird anhand geschätzter Geräuschspektren adaptiert. Dadurch können nun auch Restgeräusche bei höheren Frequenzen gedämpft werden. Außerdem wird eine Möglichkeit zur Korrektur des Dämpfungsverlaufs eines pitch-adaptiven Nachfilters vorgestellt, wodurch man Abweichungen vom harmonischen Sprachmodell folgen und damit die Sprachqualität weiter verbessern kann.

Di. 14:50 Uhr ES40, Raum 0007

Sprache in IP-Netzen

Testverfahren zur Sprachqualitätsbeurteilung von VOIP-Systemen

H.W. Gierlich, F. Kettler, E. Diedrich*

*HEAD acoustics GmbH, *T-Nova Berkom GmbH*

Die Sprachqualitätsbeurteilung von IP-Systemen erfordert sowohl die Adaption von bekannten Analysetechnologien aus dem Bereich der Telefonometrie als auch einige grundlegend neue Analyseverfahren. Während in der klassischen Kommunikationstechnik streng und eindeutig zwischen Endgeräten und Netzen unterschieden wurde, müssen IP-Systeme ganzheitlich betrachtet werden. Aufgrund der nicht fest zugeordneten Kanalbandbreite während einer Verbindung können unterschiedliche Lastzustände (nicht deterministischen) Einfluß auf die Übertragung der Sprachdaten und damit auf die Sprachqualität haben. Sowohl in Gateways als auch in Routern und Terminals finden sich Signalverarbeitungsverfahren, die das Sprachsignal beeinflussen und damit Einfluß auf die Sprachqualität haben. Neben der Paketgröße, die Einfluß auf die Verzögerungszeit (und im Falle von Paketverlust auch auf die Möglichkeit der Rekonstruktion der Daten) hat, sind Echokompensation, VAD (voice activity detection), die Einspeisung von "comfort Noise", sowie PLC (packet loss concealment) und Verfahren zur Störgeräuschreduktion typischerweise in VOIP Konfigurationen zu finden. Die verschiedenen Beeinträchtigungen, die aus Sicht der Sprachqualität auftreten, werden erläutert. Es werden Testkonfigurationen und Testverfahren vorgestellt, die erlauben, die Sprachqualität von VOIP-Konfigurationen detailliert zu untersuchen. Von großer Bedeutung ist hierbei die akustische Ankopplung der Endgeräte in Verbindung mit einer geeigneten Simulation des Netzes und der verschiedenen Lastbedingungen. Besonders diskutiert werden Testverfahren, die die Sprachqualität in der Konversationsituation bestimmen sowie Analysetechniken zur Bestimmung der Übertragungsqualität des Hintergrundgeräuschs.

Ende der Sitzung

Di. 15:40 Uhr ES40, Raum 0007

Sprachqualität

Einfluß von Störgeräusch und Meßprozedur auf die Sprachverständlichkeit bei Schwerhörnden

Kirsten Wagener Thomas Brand, Birger Kollmeier

AG Medizinische Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Ausgehend von den Messungen mit normalhörenden Probanden (Wagener et al., DAGA2000) wird untersucht, inwieweit die unterschiedlichen nicht sprachlich bestimmten Meßparameter wie absoluter Pegel, Art des Rauschens und der Darbietung das Ergebnis von sprachaudiometrischen Tests bei Schwerhörnden beeinflussen:

Mit Hilfe des Oldenburger Satztests (Wagener et al., 1999, Zeitschrift für Audiologie, Vol. 1-3) wird der Einfluß verschiedener Parameter auf die charakterisierenden Größen von Sprachverständlichkeitsmessungen untersucht. Es werden die Sprachverständlichkeitsschwelle (L50: Signal-Rausch-Verhältnis, bei dem 50% verstanden wurde) und die Steigung am L50 untersucht. Als Parameter werden das Störgeräusch (Oldenburger Rauschen, ICRA-Rauschen sowohl unmoduliert als auch mit unterschiedlich starken Modulationen), das adaptive Meßverfahren (Rauschpegel konstant, Satzpegel konstant, kontinuierliches Rauschen, in Satzpausen unterbrochenes Rauschen) sowie die jeweils festen Pegel (Rauschen bzw. Satzpegel) variiert.

Es zeigt sich im Gegensatz zu den Normalhörenden ein Aufspalten der schwerhörnden Probanden in drei Gruppe bei der Messung mit stark moduliertem Störgeräusch. Die erste Gruppe zieht einen vergleichbaren relativen Gewinn an Verständlichkeit aus den Modulationstälern (15 dB S/N Verbesserung der Sprachverständlichkeitsschwelle gegenüber nicht moduliertem Störgeräusch) wie die Normalhörenden. Die zweite Gruppe zeigt einen reduzierten relativen Gewinn an Verständlichkeit durch die Modulationen von ca. 7 dB S/N. Die dritte Gruppe der schwerhörnden Probanden kann keinen Verständlichkeitsgewinn aus den Modulationen ziehen.

Es wird untersucht, inwieweit diese Messungen mit modulierten Störgeräuschen die gestörte Zeitverarbeitung der schwerhörnden Probanden widerspiegelt. Die Ergebnisse aus den Sprachverständlichkeitsmessungen werden daher mit psychoakustischen Messungen zur Modulationsdetektion verglichen.

Di. 16:05 Uhr ES40, Raum 0007

Sprachqualität

Ergonomische Bewertung der Sprachverständlichkeit

Leonie Volberg, Marko Kulka, Charlotte A. Sust, Hans Lazarus

ABoVe GmbH und Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)

Störungsfreie Sprachkommunikation am Arbeitsplatz ist eine wesentliche Voraussetzung für einen reibungslosen Arbeitsablauf und eine menschengerecht gestaltete Arbeitstätigkeit. Eine gestörte Sprachverständlichkeit vermindert die Arbeitsqualität und beeinflusst Befindlichkeit, Verhalten und allgemeine Gesundheit. Durch die in ISO 9921 festgelegten Standards soll das Mindestmaß an benötigter Sprachverständlichkeit in unterschiedlichen Kommunikationssituationen sichergestellt werden. In bisherigen Untersuchungen zur Sprachverständlichkeit wurde vorwiegend der Prozentsatz der vom Hörer richtig wiedergegebenen veräuschten Sprachreize (sinnlose Silben, Wörter oder Sätze) erhoben. Die zur Aufnahme der Sprachreize herangezogenen Sprecher waren zu-meist trainiert. Häufig wurde das verwendete Sprachmaterial von nur wenigen oder sogar nur einem einzigen Sprecher aufgezeichnet.

In der hier vorzustellenden Untersuchung sollten verschiedene alltagsrelevante Kommunikationsbedingungen berücksichtigt werden. Deshalb wurde den Hörern nicht nur von einem Profi-Sprecher aufgesprochenes Sprachmaterial dargeboten, sondern auch das von verschiedenen nicht-trainierten Sprechern. Erfäßt wurde der Prozentsatz der richtig wiedergegebenen Sprachreize. Zusätzlich wurde die subjektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch die Hörer mittels Fragen zu den Bereichen Coping, Konzentration, Belästigung, Verständlichkeit und Aufmerksamkeit erhoben. Es zeigte sich, daß sowohl die Ergebnisse zur objektiven Sprachverständlichkeit (Prozentsatz richtig wiedergegebener Sprachreize) als auch die subjektiven Bewertungen in hohem Maße sprecherabhängig waren. Weiterhin ergab die Prognose der Antworten auf die Bewertungsfrage "Wie gut haben Sie die Sprache verstanden?" durch die objektive Sprachverständlichkeit eine Varianzaufklärung von lediglich 71%.

Di. 16:30 Uhr ES40, Raum 0007

Sprachqualität

Speech intelligibility as a function of temporal resolution and the number of stimulation channels for signal processing using the sinusoidal speech modelO. Timms S. Allegro, V. Kühnel, N. Dillier*ORL Klinik, Universitätsspital Zürich*

In the investigation of a sinusoidal speech signal processing scheme, the number of stimulation channels as well as the temporal and spectral resolution required for 100% speech intelligibility were determined. German vowels, consonants and sentences (MACarena test and Oldenburg sentence test) spoken by a male speaker were processed with an algorithm based on the sinusoidal speech model of Quatieri and McAulay (T.F. Quatieri and R.J. McAulay, "Audio signal processing based on sinusoidal analysis / synthesis", chapter 9 of "Applications of Digital signal processing to audio and acoustics", edited by M. Kahrs and K. Brandenburg, Kluwer Academic Publishers, 1998). The algorithm uses a limited number of stimulation channels (1-5) as well as different temporal and spectral resolutions (FFT frame length 128, 256 and 512 points sampling frequency 22050 Hz). Speech intelligibility tests in quiet were performed with normal hearing native German speaking adults using conventional diagnostic speech perception tests as well as paired comparison vowel and consonant tests. The test results show that different numbers of stimulation channels are required for 100% speech recognition in sentences processed with different temporal and spectral resolution. A tendency of increased speech intelligibility was observed by either increasing temporal resolution or decreasing spectral resolution. In addition significant learning effects were observed. The results of this study will be presented and discussed in detail.

Di. 16:55 Uhr ES40, Raum 0007

Sprachqualität

Strukturanalyse von SprachqualitätsmessungenUte Jekosch*Universität Essen, FB 3, 45117 Essen*

Im Bereich der auditiven Sprachqualitätsmessungen gibt es recht vielfältige Studien zu speziellen Aspekten von Sprachqualität. Viele bleiben jedoch lediglich isolierte Elementarereignisse, weil ihr Stellenwert im Wissensgebiet "Sprachqualitätsmessung" nicht bestimmbar ist, weil kein umfassendes Konzept zur Sprachqualitätsmessung vorliegt und weil keine entsprechende Struktur vorhanden ist, in die Messergebnisse einordbar sind. In diesem Kapitel wird ein solches Strukturkonzept zur Sprachqualitätsmessung vorgestellt. Dieses Strukturkonzept wird

als ein Netzwerk von Relationen verstanden. Einzelne Komponenten sind so beschaffen und angeordnet, dass jede Veränderung einer von ihnen eine Veränderung der Sprachqualität nach sich ziehen kann. Es werden also die wichtigsten Koordinaten und ihre gegenseitigen Abhängigkeiten benannt, die zur Beschreibung von Zuständen und Vorgängen bei der Sprachqualitätsmessung maßgeblich sind.

Di. 17:20 Uhr ES40, Raum 0007

Sprachqualität

Der Einfluss von Bedeutung auf die Wahrnehmung des Klangs von Sprache

Alexander Raake

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Sprache lässt sich mittels moderner Telekommunikationsnetze in Zukunft breitbandig (50-7000 Hz) mit gegenüber Schmalbandverbindungen (300-3400 Hz) verbessertem Klang übertragen. Darüber hinaus bewirken moderne Signalverarbeitungs-komponenten wie Low-Bitrate-Kodierer oder vom Handapparat abweichende Endgeräte im Vergleich zur klassischen Schmalbandtelephonie veränderte Klangeigenschaften. ‚Klang‘ stellt dabei eine neuartige perzeptive Dimension dar, die über das traditionelle Konzept von Sprachqualität hinaus geht und in zukünftigen Modellen zur Qualitätsprädiktion berücksichtigt werden muss. Zur Erfassung des Zusammenhangs zwischen Sprachqualität und Klangqualität sind Untersuchungen notwendig, die allgemein in Form reiner Hörtests durchgeführt werden, wofür abhängig vom Versuchslabor unterschiedliche Sprachmaterialien zum Einsatz kommen.

Es stellt sich die Frage, in wie weit der Inhalt des Textmaterials Einfluss auf die Wahrnehmung des Klangs von Sprache nimmt. So wurden beispielsweise für die Beurteilung der Qualität von Sprachsynthesystemen semantisch unvorhersehbare Sätze (SUS) verwendet, um vom Inhalt des Gesprochenen unabhängig zu werden. Hinsichtlich der Wahrnehmung des Klangs natürlicher Sprache, die über einen Kanal mit bestimmter Frequenzcharakteristik übertragen wird, sind a priori nur die akustischen Eigenschaften der Stimme des Sprechers sowie des Telefonkanals als Haupteinflussfaktoren anzunehmen.

Dieser Beitrag soll nun klären, welchen Einfluss der Inhalt des verwendeten Sprachmaterials auf die Wahrnehmung des Klanges hat. Dabei wird sowohl der grundlegende Charakter dieser Fragestellung als auch ihre Relevanz für die Durchführung auditiver Tests zur Sprachqualitätsbeurteilung von Telekommunikationssystemen beleuchtet. Zu diesem Zweck werden Ergebnisse auditiver Untersuchungen präsentiert, welche für unterschiedliche Übertragungsbandbreiten den Einfluss des Inhaltes auf die Klangwahrnehmung qualitativ und ansatzweise auch

quantitativ darstellen. Es zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit der Klangurteile von der semantischen Komplexität des ausgewählten Textmaterials.

Di. 17:45 Uhr ES40, Raum 0007

Sprachqualität

Sprechertransformation auf Basis der Line-Spectrum-Frequencies

Ulrich Balss, Herbert Reininger

Institut für Angewandte Physik der J.W.Goethe-Universität Frankfurt a.M.

Sprache als naturlichste Form menschlicher Kommunikation wird in zunehmendem Masse auch zur Mensch-Maschine-Kommunikation herangezogen werden. Dabei ist in verschiedenen Anwendungsbereichen die Moeglichkeit der Adaption synthetischer Sprache an die Stimmcharakteristik eines vorgegebenen realen Sprechers ein fuer die Akzeptanz relevantes Leistungsmerkmal. Als Transformationsverfahren werden derzeit insbesondere auf Vektorquantisierung (VQ) beruhende Verfahren diskutiert. In diesem Beitrag soll jedoch eine alternative, auf einer Matrixtransformation beruhende Methode aufgezeigt werden.

Fuer diese werden die in grundfrequenzsynchronen Analyserahmen bestimmten Line-Spectrum-Frequencies (LSF) der Segmente der Synthesedatenbasis benoetigt. Die Abbildung auf den Zielsprecher erfolgt durch Multiplikation der – als Vektoren aufgefassten – analyserahmenweisen LSF-Tupel mit einer jeweils lautspezifisch optimierten Tridiagonalmatrix. Zum sprecherspezifischen Training der Matrizen werden automatisch zu segmentierende Sprachsignale des Zielsprechers und dazu korrespondierende, anhand der nichttransformierten Datenbasis resynthetisierte Sprachsignale verwandt. Der Wahl der LSF als Parameterdarstellung liegen die Ergebnisse eines Vorversuchs zugrunde, in dem ein jeweils charakteristischer funktionaler Zusammenhang zwischen den LSF einander korrespondierender Laute unterschiedlicher Sprecher gefunden wurde. Da der spektrale Einfluss der einzelnen LSF-Werte lokal begrenzt ist, genuegt es, in der Transformation eines Wertes nur seine unmittelbaren Nachbarn mitzuberuecksichtigen. Hieraus resultiert die Tridiagonalstruktur der Matrizen. Durch die so begrenzte Zahl von Freiheitsgraden wird einer Ueberadaption der Transformationsvorschrift an die verwandten Trainingssaetze effektiv entgegengewirkt.

In subjektiven Hoertests wurde, bei Verwendung einer weiblichen Synthesedatenbasis, das hier vorgestellte Verfahren mit einem bisherigen, VQ-basierten verglichen. Dabei zeigt sich fuer die Transformation auf andere weibliche Stimmen eine fuer beide Methoden vergleichbare, gute Wiedergabe der sprecherspezifischen Klangeigenschaften. Bei der

matrixbasierten Methode sind darüberhinaus Stoergeraeusche in der transformierten Synthesprache deutlich geringer.

Di. 18:10 Uhr ES40, Raum 0007

Sprachqualität

Akustisch-phonetische Aspekte von Lombard-Sprache für verschiedene Sprechstile

Stefanie Köster

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Ein Vorteil von Systemen mit sprachgesteuerter Mensch-Maschine Schnittstelle ist die Tatsache, daß der Benutzer Information einfach und schnell zuführen kann und zugeführt bekommt. Dies ist besonders für sog. 'hands-busy-eyes-busy' Situationen der Fall, z.B. beim Navigationssystem im Auto. Gerade in solchen lauten Umgebungen tritt beim Benutzer der bekannte Lombard-Effekt auf, ein unbewußter Wechsel der Sprechweise. Für Spracherkennung ist es wichtig, sich an die veränderte Sprechweise adaptieren zu können, da die Erkennungsleistung sonst stark sinkt. Für die Sprachsynthese wiederum kann es eine geeignete Anpassung an die Umwelt sein, die Sprechweise Lombard-Sprache zu simulieren, um evtl. eine bessere Verständlichkeit zu erlangen. Eine Anpassung setzt eine genaue Analyse der Sprechweise voraus. In dieser Arbeit werden signalnahe Unterschiede zwischen Lombard-Sprache und neutraler Sprache beschrieben. Dabei werden Veränderungen einiger wichtiger prosodischer und spektraler Parameter für drei verschiedene Sprechstile bzw. Textarten verglichen: einzelne Wörter, phonologisch ausbalancierte Sätze und Spontansprache. Ein wichtiges Ergebnis ist, daß für einzeln gesprochene Wörter größere Veränderungen für prosodische Größen auftraten als für die anderen beiden Textarten. Spektrale Eigenschaften ändern sich für alle drei Sprachstile in ähnlichem Umfang. Die Parameter Lautdauer, Grundfrequenz, Formanten und Formantbandbreiten, spektraler Schwerpunkt, spectral Tilt und die Verteilung der Energie in den gehörbezogenen Frequenzgruppen werden analysiert und interessante Phänomene näher beschrieben. So nimmt z.B. die Dauer der Plosive für Lombard-Sprache bei Wörtern und Sätzen zu, verkleinert sich aber für Spontansprache.

Ende der Sitzung

Di. 13:10 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Akustisch-seismische Messungen zur Verifikation von Fahrzeug-BeschränkungenJürgen Altmann Sergey Linev, Axel Weiß*Institut für Experimentalphysik III, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum / Institut für Informatik, Humboldt- Universität Berlin, 10099 Berlin*

Das Bochumer Verifikationsprojekt (BVP) untersucht, ob akustische, seismische und magnetische Bodensensoren zur kooperativen Überprüfung der Einhaltung von Abrüstungs- und Friedensabkommen geeignet sind. Im Oktober/November 2000 führten wir einmonatige Messungen mit Fahrzeugen der Bundeswehr in Meppen (WtD 91) durch. Zur Simulation einer Kontrolllinie standen zwei vom Institut für Informatik der Humboldt-Universität entwickelte Sensorstationen [Kell u.a. DAGA 01] in etwa 100 m Abstand, angeschlossen waren je ein Mikrofon und ein dreidimensionales Geofon. Gemessen wurden je 5 Typen von Rad- und Kettenfahrzeugen mit verschiedenen Geschwindigkeiten, die auf vier parallelen Spuren (1 Beton, 3 Sand) zwischen den Stationen hindurch fuhren. Später wurde der routinemäßige Verkehr auf einer Betonstraße gemessen. Die Stationen waren über 10-Mb/s-Ethernet mit einem Notebook-PC verbunden, der den Ablauf steuerte und Daten sowie Ergebnisse speicherte. Die Signale wurden einerseits für die spätere Auswertung aufgezeichnet. Zur Echtzeit-Auswertung wurden in den Stationen andererseits die Effektivwerte bestimmt sowie Leistungsspektren berechnet. In den Spektren wurden Linien und harmonische Serien gesucht [Altmann DAGA 97, Hoffmeyer/Altmann DAGA 00]. Vektoren der relativen Leistungen bei den Harmonischen wurden mit einer Bibliothek von Mustervektoren verglichen (lernende Vektor-Quantisierung). Zu verschiedenen Zeiten und Umgebungsbedingungen wurden Untergrundsignale aufgenommen. Der Vortrag diskutiert Nachweisabstände, Fahrzeugtyperkennung sowie Umgebungseffekte und gibt einen Ausblick auf Folgearbeiten.

Di. 13:35 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Hochauflösende Messungen akustischer Signale unter FeldbedingungenG. Kell O. Hochmuth, F. Winkler und B. Meffert*Fachhochschule Brandenburg, Humboldt-Universität zu Berlin*

Im Rahmen eines Vorhabens zur Friedensforschung ist für die kooperative Verifikation von Abrüstungsmaßnahmen ein Meßgerät entwickelt worden. Das Meßgerät verarbeitet die von Mikrofonen und Geofonen

aufgenommenen akustischen und seismischen Signale. Über die Auswertung dieser Signale sollen unter Feldbedingungen schwere militärische Landfahrzeuge klassifiziert werden. Zum Erzielen einer hohen Empfindlichkeit ("Hörweite" der Beobachtung) war das Meßgerät so zu entwerfen, daß kleinste und größte Signalamplituden ohne manuelles Umschalten von Meßbereichen erfaßbar sind. Die trotzdem erforderliche Wahl eines passenden Meßbereiches wird schon im Analogteil der Signalerfassung automatisch vorgenommen. Dazu wird für jede Abtastung die absolute Größe des Mikrofon- oder Geofonsignals ermittelt und daraus eine Verstärkung (8 bit) berechnet. Sie wird so gewählt, daß das verstärkte Signal den angeschlossenen Analog-Digital-Umsetzer (16 bit) voll aussteuert. Die digital eingestellte Verstärkung und das Ergebnis der Analog-Digital-Umsetzung werden zu einer Gleitkommazahl zusammengefaßt. Ein digitaler Signalprozessor nimmt diese Meßwerte auf und übergibt sie an einen feldtauglichen Personalcomputer. Dieser kann die Daten zwischenspeichern und über eine Ethernet- oder RS485-Schnittstelle übertragen.

Di. 14:00 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Der akustische Reifenabdruck - Versuch einer Analyse

Wolfram Bartolomaeus

Bundesanstalt für Straßenwesen

Der Vorbeifahrpegel von Pkw und Lkw ist - zumindest bei den auf Autobahnen üblichen Geschwindigkeiten - dominiert von dem Geräusch Reifen/Fahrbahn.

Anhand schmalbandiger und zeitlich hochaufgelöster spektraler Analysen wird der Versuch unternommen, die Reifen/Fahrbahn-Geräusche aus Vorbeifahrten von Pkw und Lkw hinsichtlich ihrer Entstehungsmechanismen (z.B. radiale Reifenschwingung bzw. Air-pumping) zu unterscheiden. Durch Korrektur der spektralen Daten hinsichtlich Doppler-Verschiebung und Pegelminderung aufgrund des wachsenden Abstandes kann die Abstrahlcharakteristik in einem breiten Winkelbereich von ca. +/- 80 angegeben werden. Eine Mittelung über ein größeres Fahrzeugkollektiv in unterschiedlichen Geschwindigkeitsklassen wird dazu herangezogen, das für die jeweilige Fahrbahn charakteristische geschwindigkeitsabhängige Spektrum anzugeben und damit den für die Geräuschenstehung zugrundeliegenden Mechanismus aufzudecken.

Ein anderer Ansatz läuft über die Zeitreihenanalyse der gefilterten Geräuschamplituden. Techniken der spektralen Analyse wie Leistungsspektrum und Autokorrelation können hier zur Bestimmung des

Attraktor-Typs herangezogen werden, der in der Chaostheorie zur Charakterisierung nichtlinearer dynamischer System herangezogen wird. Neben der Bestimmung der Lyapunov-Exponenten kann mittels Time-Delay Methode (TDM) z.B. die Korrelationsdimension bestimmt werden.

Alle diese Analysen haben zum Ziel, durch ein besseres Verständnis der Mechanismen der Schallentstehung - insbesondere in der Grenzfläche Reifen/Fahrbahn - geeignete Maßnahmen zu dessen Reduzierung zu entwickeln. Es besteht die Hoffnung, dass dies bei dem nichtlinearen strömungsakustischen Phänomen des Air-pumping mit Hilfsmitteln der Chaostheorie gelingt.

Di. 14:25 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Auswirkungen vertikaler Windkomponenten auf die Schallausbreitung - Berechnungen mit einem Euler-Modell

Reinhard Blumrich Dietrich Heimann

DLR, Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen, D-82234 Weßling

Schallausbreitung in der atmosphärischen Grenzschicht ist stark beeinflusst von der Geländeform, Bodenbeschaffenheit und dem Zustand der Atmosphäre. Die Atmosphäre ihrerseits unterliegt ebenfalls den topografischen Einflüssen. In einem Schallausbreitungsmodell basierend auf einer numerischen Integration der linearisierten Euler-Gleichungen werden diese Einflüsse berücksichtigt. Hierzu wird entweder ein meteorologisches, mesoskaliges Modell oder ein Strömungsmodell vorgeschaltet, dass eine dreidimensionale Berechnung der entsprechenden atmosphärischen Parameter bei annähernd beliebiger Geländeform ermöglicht. Vergleiche mit experimentellen Daten zeigen, dass das Modell im Rahmen der angestrebten Anwendungen zuverlässig arbeitet. Nachteilig sind ein hoher Rechenaufwand und eine erschwerte Simulation einer endlichen, komplexen Bodenimpedanz. Am Beispiel der Schallausbreitung über einen Schallschutzschirm unter Einfluß von Windgradienten wurden Untersuchungen zur Auswirkung der vertikalen Windkomponenten durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Vernachlässigung der vertikalen Windkomponenten keine signifikanten Fehler erzeugt.

Di. 14:50 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Entwicklung der Bestimmung des Bodeneinflusses in Schallausbreitungsrechnungen ausgehend von den Richtlinien 2714E bis zur DIN ISO 9613-2 "Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien".P. Vykoupil*Grünwaldstraße 11, D 47447 Moers*

Die Korrektur für die Bodeneffekte ist ein wichtiger Bestandteil der Schallausbreitungsrechnungen. Nachvollziehbar sind daher die Bemühungen, den praktischen Erfahrungen zu folgen und praktikable Regeln für die Bestimmung der Bodeneffekte zu entwickeln. Gezeigt wird die Entwicklung von Anfang an bis zum heutigen Tage. Diskutiert werden der Schallstrahl als Hilfsmittel für das Verständnis der Problematik, der Einfluß verschiedener Bodenarten, und die theoretische und praktische Absicherung der Verfahren. Ein breiter Raum wird dem Verfahren nach DIN ISO 9613-2 eingeräumt.

..... **P a u s e**

Di. 15:40 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Berechnungsmodell für Fluglärmimmissionen auf der Grundlage umfangreicher statistisch gesicherter MeßdatensätzeThomas J. Meyer(1), Egon Renz(2)*(1)Beratungsbüro für Fluglärmimmission, Holztwiete 8, 22605 Hamburg; (2)Flughafen München GmbH, Abteilung Umweltschutz, Postfach 23 17 55, 85435 München*

Die an Verkehrsflughäfen seit vielen Jahren installierten kontinuierlich registrierenden Fluglärmüberwachungsanlagen liefern nicht nur statistisch entsprechend gut abgesicherte Meßwerte der aufgetretenen Maximalpegel mit den zugehörigen zeitlichen Schallpegelverläufen, sondern inzwischen durch direkte Pegelintegration des einzelnen Fluglärmereignisses auch die zugehörigen Einzelereignispegel. Nachdem auch die zu jedem Schallereignis gehörigen Flugspuren durch Zugriff auf die Radardaten zunehmend verfügbar sind, können die Meßdaten für jeden mit bestimmten Triebwerken ausgerüsteten Flugzeugtyp jeweils einer Mindestentfernung der jeweiligen Flugbahn zugeordnet werden. Durch Auswertung von Meßstellen in Immissionsbereichen, in denen sich noch keine Abbiegekorridore gebildet haben, konnten statistisch sehr gut abgesicherte Immissionspegel in unterschiedlichen Entfernungen der Schallquellen von den Meßstellen gewonnen werden, die die Ermittlung einer zu erwartenden Gesamtimmission mit einer Genauigkeit

von weniger als +1 dB(A) ermöglichen. Flugzeugtypen, deren Schalleistungen sich um weniger als +1 dB(A) von einem Durchschnittswert unterscheiden, wurden dabei zu einzelnen Gruppen zusammengefaßt. Ausgewählt wurden Meßpunkte bei Start und Landung an verschiedenen deutschen Flughäfen. Die untersuchten Entfernungen lagen zwischen 130 und 3000 m. Die Ergebnisse berücksichtigen nicht nur die Streubreiten unterschiedlicher Witterungsbedingungen, sondern auch unterschiedliche Abfluggewichte, Steiggradienten, Geschwindigkeiten und sonstige im praktischen Flugbetrieb auftretende Einflußgrößen. Die Rechenwerte wurden mit Tages-Leq-Werten mit einem jeweils zugehörigen Flugzeugmix verglichen. Die resultierenden Streubreiten werden angegeben und mit den Streubreiten der einzelnen Flugzeugtypen verglichen. Aus den Ergebnissen wird ein vereinfachtes Berechnungsmodell abgeleitet, das ausschließlich von der Schalleistung der beteiligten Flugzeugtypen und deren Entfernung vom Immissionsort abhängig ist.

Di. 16:05 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Vergleich verschiedener Ansätze zur Prognose der Schallimmission von Geschosknallen

Mattias Trimpop, Karl-Wilhelm Hirsch

Institut für Lärmschutz

Die Schallausbreitung von Geschosknallen im Nahbereich der Flugbahnen der Geschosse ist stark durch nichtlineare Effekte geprägt. Diese Effekte führen zu einer Verlängerung der N-Welle und zu einer ständigen Aufsteilung der Wellenfronten und beeinflussen so den Schalldruck und das Frequenzspektrum maßgeblich.

Geschosknallmodelle, die auf der Basis des Schalldrucks formuliert werden, gehen meist auf strömungsdynamische Ansätze (Witham 1953) zurück und nutzen Formparameter des Geschosses und die Geschosgeschwindigkeit als alleinige Eingangsparameter. Die Effekte der Nichtlinearität schlagen sich dann in einem Exponenten ($= 1,25$) der geometrischen Ausbreitung nieder, so dass die gesamte Ausbreitungsdämpfung zwischen der einer zylindrischen ($= 1$) und der sphärischen Schallausbreitung ($= 2$) liegt. Bei diesen Ansätzen bleibt dieser Exponent auch im Fernfeld erhalten. Im Übergangsbereich der Geschosgeschwindigkeit von Überschall zu Unterschall verlieren die Modelle in der Regel ihre Gültigkeit (Kinneging et al. 1996, v.d.Berg 2000).

Bei energetischen Ansätzen, die vom Energieverlust pro Meter Flugstrecke des Geschosses und einem akustischen Wirkungsgrad ausgehen, spielen nichtlineare Effekte in erster Näherung keine Rolle. Sie sind deshalb einfacher und leichter handhabbar. Im Nahbereich lässt sich aus derartigen Modellen keine Aussage über den Schalldruck ableiten. Im

Fernbereich jedoch, wenn energieäquivalente Schalldruckpegel direkt mit Energiepegeln korrelieren, sind diese Modelle zuverlässig und haben im Gegensatz zu den schalldruckorientierten Modellen keine Probleme, wenn die Geschossgeschwindigkeit die Schallgeschwindigkeit unterschreitet.

Für einige Fallbeispiele werden die sich aus den Modellen ergebenden Prognosen vorgestellt und deren Gemeinsamkeiten und Unterschiede diskutiert.

Di. 16:30 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Über einen Versuch zur Berücksichtigung der Geländeschirmung in Schallausbreitungsmodellen für große Entfernungen

Karl-Wilhelm Hirsch

Institut für Lärmschutz

Bei der Schallimmissionsprognose von Knallen großkalibriger Waffen stehen Entfernungen von einigen Kilometern im Mittelpunkt. In einer Mittelgebirgslandschaft ist deshalb die Abschirmung dieser niederfrequenten Knalle durch das Gelände ein nicht zu vernachlässigendes Phänomen. Dies ist zunächst nicht allein eine akustische Herausforderung. Das Gelände beeinflusst z.B. das Windfeld und die Temperaturschichtung direkt. Homogene Schichtungen der Atmosphäre werden nur selten angetroffen; aber auch die eigentlich notwendige gleichzeitige und allörtliche Kenntnis der kennzeichnenden Wetterparameter erscheint zum heutigen Zeitpunkt illusorisch. Es ist deshalb nicht zu erwarten, dass die üblichen Konzepte der Schirmung diese Geländeschirmung hinreichend zuverlässig beschreiben können. (Die Anwendung von Schirmgleichungen aus einschlägigen Normen führt bei den gegebenen Geometrien zu keinerlei Schirmung.) Praktische Rahmenbedingungen bei der Anwendung der Prognose bei der Erstellung von Schallimmissionsplänen für das Lärmmanagement, wie z.B. eine angemessene Rechenzeit und die sachgerechte Datenerfassung, lassen z.Z. aber auch die Anwendung gegebenenfalls tiefergehender physikalischer Konzepte nicht zu.

Im Zusammenhang mit der kartographischen Berechnung langzeitlicher Mittelwerte wurde daher versucht, die Geländeschirmung durch ein einfaches, phänomenologisches Konzept zu berücksichtigen. Dieses Konzept nutzt bekannte Methoden zur Berechnung der Schirmwirkung, berücksichtigt aber ansatzweise die Krümmung der Schallstrahlen nach Maßgabe pauschaler Wetterangaben. In der numerischen Ausgestaltung dieser Methode hat es sich als vorteilhaft erwiesen, statt mit

gekrümmten Schallstrahlen mit einem entsprechend gekrümmten Gelände zu rechnen und in dieser Abbildung klassische Schirmung anzuwenden. Dies führt zu einem vorzeichenrichtigen Einfluss auf die Schirmkorrektion im Hinblick aller wichtigen Faktoren und insgesamt zu Schirmwirkungen, die im Bereich der beobachtbaren Werte liegen.

Di. 16:55 Uhr ES40, Raum 0008

Schallausbreitung

Dauerüberwachung von Umweltschall - Erfahrungen aus dem praktischen Betrieb am Beispiel der Expo 2000 in Hannover

Peter Holstein 1 Ralf Giese 2, Michael Oehlerking 2, Grit Müske 1
1 Sinus Meßtechnik GmbH, Föpplstr. 13, 04347 Leipzig / AMT Ingenieurgesellschaft, Großhorst 15, 30961 Isernhagen / Hannover

Umweltschall stellt in zunehmendem Maße eine Minderung unserer Lebensqualität dar. Die Erfassung über längere Zeiträume war technisch bisher mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Dank eines modernen Messkonzepts, das auf einer Kombination aus Datenlogger und -server beruht, ist es praktikabel möglich, Messungen über Monate hinweg durchzuführen und detailliert auszuwerten. Am Beispiel der Dauergroßveranstaltung EXPO 2000 in Hannover soll die Technik und Problemstellung erläutert werden. Die Weltausstellung veranstaltete wesentliche Teile ihres Veranstaltungsprogramms im Freien. Um Lärmstörungen der nächstgelegenen Anwohner um das Gelände herum auf ein Minimum zu begrenzen, wurde ein gemeinsames Lärmreduzierungskonzept ausgearbeitet. Zur Erfassung und Überwachung waren deshalb auf der Expo 2000 in Hannover drei wetterfeste Schallmessstationen sowie eine Wetterstation im Dauereinsatz um Daten zur Lärmbelastung aufzuzeichnen. Im Vortrag werden die Auswahlkriterien für die Messpunkte und die Einsatzzielrichtung unter den Bedingungen der Fernbedienung und Fernwartung diskutiert. Die Stationen dienen der lückenlosen Erfassung von Mittelungs- und Maximalpegeln. Eine Aufgabe war dabei die Zuordnung von Messwerten zu Störgeräuschen an Hand automatischer Tonaufzeichnungen. Die Berechnung von statistischen Pegelgrößen erlaubt die Diskussion der Hintergrundgeräuschanteile in beliebigen Zeitabschnitten. Die Berechnung der Impulszuschläge sowie die Bestimmung der lautesten Nachtstunde (gemäß TA-Lärm) waren Bestandteil des Langzeiterfassungsprogramms. Neben der Erläuterung der technischen Möglichkeiten der Messstationen und der Benennung der Messgrößen werden der Einsatz von Triggerschwellen zur Audioaufzeichnung von "lärmenden" Ereignissen sowie die Trennung von Geräuschquellen mit Hilfe von aufgezeichneten Terzspektren diskutiert. Die Umsetzung der Problemstellungen für die EXPO 2000 wird an

Beispielen für Messabläufe, Datenrecording im Komplex mit Tonaufzeichnungen sowie Datenaufzeichnung, automatisierte Auswertungen und Archivierung von großen Datenmengen demonstriert.

Ende der Sitzung

Di. 13:10 Uhr ES40, Raum 0009

Blasendynamik

Untersuchung akustischer Kavitationsblasenfelder mit 3D-PTV

Dagmar Krefting Stefan Luther, Werner Lauterborn

Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Akustische Kavitationsblasenfelder sind komplexe Mehrphasensysteme, die Phänomene raum-zeitlicher Strukturbildung aufweisen. Ein Kavitationsblasenfeld besteht aus etwa 10^3 bis 10^4 beobachtbaren Blasen mit Ruheradien von typischerweise 5 bis $10\ \mu\text{m}$. Dieses räumlich ausgedehnte System von im Schallfeld miteinander wechselwirkenden Blasen besitzt die Fähigkeit zur Selbstorganisation. Charakteristisch sind die inhomogene Verteilung der Blasen in dendritischen oder filamentartigen Verästelungen (sog. streamer) sowie die Anordnung der Blasen in Clustern.

Kavitationsphänomene sind in vielen technologischen und verfahrenstechnischen Anwendungen von zentraler Bedeutung (Sonochemie, Ultraschallreinigung etc.). Daher ist das Verständnis der nichtlinearen dynamischen Eigenschaften von Kavitationsblasenfeldern von großem wissenschaftlichem und technischem Interesse.

Um die raum-zeitliche Dynamik eines akustischen Kavitationsblasenfeldes zu untersuchen, wurde das Verfahren der dreidimensionalen Particle Tracking Velocimetry (3D-PTV) mit einer Bildrate von 2.25 kHz angewandt. Das Messverfahren erlaubt die räumliche Rekonstruktion der Trajektorien einzelner Blasen und ermöglicht daher die experimentelle Charakterisierung der Blasen-Blasen-Wechselwirkung. Von besonderem Interesse sind hierbei Kollision- und Fragmentationsprozesse in dem Blasenfeld.

Di. 13:35 Uhr ES40, Raum 0009

Blasendynamik

Sonolumineszenz: Instabile Diffusion und chemische Reaktionskinetik

Joachim Holzfuss

Technische Universität Darmstadt, Institut für Angewandte Physik

Sonolumineszenz einer mit Ultraschall angeregten Gasblase in Wasser ist im allgemeinen gekennzeichnet durch Langzeitstabilität bezüglich der radialen Schwingungsform. In einem großen Parameterbereich kann jedoch beobachtet werden, dass Diffusion durch die Blasenwand und im Inneren ablaufende chemische Prozesse instabil werden. Durch numerische Simulation ist es möglich, die im Experiment beobachteten, nichtlinearen dynamischen Effekte zu deuten und die chemischen Bestandteile innerhalb der Blase zu bestimmen.

Di. 14:00 Uhr ES40, Raum 0009

Blasendynamik

Blasendynamik in fokussierten Stoss- und Zugwellen

Georgii Sankin(1) Robert Mettin(2), Olgert Lindau(2), Werner Lauterborn(2)

(1)Lavrentyev Institute of Hydrodynamics, Novosibirsk, Russia;

(2)Drittes Physikalisches Institut, Universitaet Goettingen, Germany

Die Dynamik von Kavitationsblasen, die im Fokus konvergenter Stosswellen oder (nach schallweicher Reflektion) Zugwellen in Wasser auftreten, wird mit Hochgeschwindigkeitsfotografie untersucht. Ausserdem ist das Auftreten und der Zeitpunkt von Lumineszenz von Interesse.

Di. 14:25 Uhr ES40, Raum 0009

Blasendynamik

Translationsdynamik levitierter Blasen

Dagmar Krefting Robert Mettin, Werner Lauterborn

Drittes Physikalisches Institut, Universitaet Goettingen

Die räumliche Bewegung von Einzelblasen in akustischen Fallen kann durch verschiedene Mechanismen verursacht werden. Oberflächeninstabilitäten führen zur Abspaltung von Mikroblasen, die mit plötzlichen Lageänderungen einhergehen. Ebenso kann durch Variation des Schallfeldes die Gleichgewichtslage der Blase moduliert werden. Diese Phänomene werden mit Hochgeschwindigkeits-Kinematografie untersucht und theoretisch beschrieben.

Di. 14:50 Uhr ES40, Raum 0009Blasendynamik

Kavitationsblasenkollaps auf einer festen GrenzflächeO. Lindau, W. Lauterborn*Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen, Bürgerstrasse 42-44, 37073 Göttingen*

Der dimensionslose Abstandparameter von der Blase zur Grenzfläche γ wird gemeinhin benutzt, um zwischen verschiedenen Kollapsarten einzelner Kavitationsblasen in der Nähe einer festen Grenzfläche zu unterscheiden. Für $\gamma \leq 1.9$ kann Erosion der Grenzfläche festgestellt werden, die im Bereich $1.9 \geq \gamma \geq 0.9$ dem zweiten Kollaps zugeschrieben wird. Für $\gamma \leq 0.9$ geht von dem ersten Kollaps der Blase eine erosive Wirkung aus. Der schädigende Blasen-kollaps findet jeweils auf der Grenzfläche statt. Aufnahmen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung im ersten Kollaps auf der Grenzfläche werden vorgestellt. Die Ergebnisse werden im Hinblick auf den Schädigungsmechanismus diskutiert.

Ende der Sitzung

Di. 15:40 Uhr ES40, Raum 0009

aktive/passive Dämpfung

Einfügungsdämpfung von Aktivkohle-FilternWerner Frommhold*Fachhochschule Lübeck, FB Angewandte Naturwissenschaften*

Lüftungs- und Klimaanlageanlagen weisen neben den Schalldämpfern oft zusätzliche Luftfilter auf. Deren Einfügungsdämpfung ist jedoch meist unbekannt und wird bei der Auslegung der Schalldämpfer allenfalls in Form einer vorsichtigen Schätzung berücksichtigt. An Aktivkohle-Patronen von 450 und 600mm Länge wurde unter typischen Einbaubedingungen in einem rechteckigen Blechkanal die Einfügungsdämpfung experimentell bestimmt. Die Messungen erfolgten ohne Strömung, da bei den niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten kein Einfluss auf die akustische Absorptionswirkung zu erwarten ist. Die gemessenen Dämpfungswerte liegen in der Größenordnung eines durchschnittlichen Absorptionsschalldämpfers gleicher Länge. Ergänzend werden Möglichkeiten einer einfachen rechnerischen Abschätzung, ausgehend vom Druckverlust der Filter, diskutiert.

Di. 16:05 Uhr ES40, Raum 0009 aktive/passive Dämpfung

Zur Berechnung von Reflexionsschalldämpfern

U. J. Kurze

Müller-BBM GmbH

Schalldämpfer ohne Absorptionsmaterial wirken durch Querschnittsänderungen, Abzweige und Verzweigungen von Kanälen. Durch Fehlanpassung der Eingangsimpedanz an die Wellenimpedanz im Kanal vor und hinter dem Schalldämpfer tritt eine Stoßdämpfung auf. Im Durchgang durch den Schalldämpfer kommt eine Ausbreitungsdämpfung hinzu. Die Durchgangsdämpfung setzt sich aus den Dämpfungsanteilen zusammen. Im Rahmen der eindimensionalen Leitungstheorie zur Berechnung von Reflexionsschalldämpfern werden zylindrische Rohrleitungselemente verwendet, die durch ihre Länge und Querschnittsfläche zu beschreiben sind. An Querschnittsänderungen und Abzweigen sind Längskorrekturen vorzunehmen. Zur Abstimmung auf tonale Komponenten im zu dämpfenden Geräusch bestehen hohe Anforderungen an diese Korrekturen. Im Vergleich mit zweidimensionalen Berechnungen werden Größe und Frequenzabhängigkeit der Korrekturen dargestellt. An Beispielen wird der Einfluß auf Stoß- und Ausbreitungsdämpfung aufgezeigt. Auch wird die Einbeziehung nichtzylindrischer - insbesondere keilförmiger - Elemente in die eindimensionale Leitungstheorie behandelt.

Di. 16:30 Uhr ES40, Raum 0009 aktive/passive Dämpfung

Design of an active exhaust attenuating valve for internal combustion engines.

Rene Boonen Paul Sas

K.U.Leuven, Faculty of Applied Sciences, Department of mechanical engineering, P.M.A., Celestijnenlaan 300B, B- 3001 Heverlee, Belgium

A procedure to design an an active exhaust attenuating valve for internal combustion engines is presented. The active exhaust system is designed using equivalent electrical circuits.

First, an analog circuit of the global system is built. Herein, a model of the internal combustion engine, the exhaust ducts and a simplified active exhaust valve is included. A non-adaptive feedforward or collocated feedback controller is integrated to cancel the exhaust noise. As result from this simulation, the noise attenuation performance, the back pressure, the engine gas flow, the required flow-resistance of the attenuation valve and some other minor parameters are obtained.

In the second stage, a detailed valve model is built in a separate electrical analog circuit. It includes the electrical, the mechanical and the

flow-dynamic behaviour of the valve. The engine flow is applied to the flow-dynamic part of the valve and at the electrical side, a collocated feedback controller attenuates the pulsation of the engine flow. The dimensions of the valve, the valve head stroke, the dimensions of the electrical motor and the needed electrical power results from this simulation.

After some optimization steps, the prototype valve can be designed. In the testing phase, experiments can be carried out to select a suitable controller (feedback or adaptive feedforward), followed by temperature and corrosion tests.

The simulation procedure allows to design the active valve quickly and reliable. It reduces the number of prototypes and saves a lot of effort during the testing phase.

Di. 16:55 Uhr ES40, Raum 0009 aktive/passive Dämpfung

Eine ingenieurtechnische Methode der aktiven Schall- und Schwingungsdämpfung

Stefan Lindner Lothar Zipser

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Fachbereich Elektrotechnik

Auf dem Gebiet der aktiven Schall- und Schwingungsdämpfung (ANC) stehen einer großen Zahl an jährlichen Veröffentlichungen bisher nur wenigen praktischen Anwendungen gegenüber. Ursache ist u.a. der hohe Realisierungsaufwand, der bei vielen ANC-Applikationen mit einer aufwendigen analytischen oder numerischen Analyse der zu dämpfenden Struktur beginnt. Hier wird eine ingenieurtechnische Methode vorgestellt, bei der die schwingende Struktur mit einem spannenden Laser-vibrometer analysiert wird. Aus der Kenntnis der Eigenschwingungsbilder lassen sich Ankoppelstellen für antagonistisch wirkende Aktuatoren und Messstellen für Fehlersensoren ableiten. Damit sind schnelle praktische Lösungen möglich - selbst bei Strukturen, deren Kompliziertheit sich einer mathematischen Beschreibung weitgehend entzieht. Anhand typischer schwingender Strukturen werden die Anwendung der Methode und erreichbare Dämpfungen vorgeführt.

Di. 17:20 Uhr ES40, Raum 0009 aktive/passive Dämpfung

Bewertung eines Systems zur aktiven Schallunterdrückung anhand von Hörbeispielen und psychoakustischen Messgrößen.

M. Trimpop(1) D. Krahé(2)

(1) *Institut für Lärmschutz, Düsseldorf*, (2) *Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal*

Bei der Bewertung von Lärminderungssystemen werden diese meist durch Messwerte der maximalen Dämpfung, Reaktionszeit und anderen charakteristischen Messgrößen beschrieben. Auch das hier betrachtete System wurde bereits ausführlich in den letzten Jahren anhand dieser Größen vorgestellt. Bei diesem System wird ein Schallfeld an der Umrandung eines definierten Feldbereiches mittels des allgemeinen Kirchhoff-Integrals erfasst und durch Schallquellen, die sich ebenfalls in der Nähe der Umrandung befinden, minimiert.

Was Messwerte wie die mittlere Dämpfung jedoch weniger ausdrücken können ist die wahrgenommene Verbesserung durch das menschliche Gehör. Daher wurden in einer Simulation des Systems verschiedene primäre Schallsignale (künstliche Signale und Alltagsgeräusche), deren Gegenschallfelder und Dämpfungsfelder berechnet. Diese werden als Hörbeispiele präsentiert und diskutiert. Durch die psychoakustische Betrachtung wird deutlich, welche Art von Optimierungen des Systems im weiteren durchgeführt werden sollten, die allein aus den Messwerten nicht abgelesen werden können.

Di. 17:45 Uhr ES40, Raum 0009 aktive/passive Dämpfung

Erzeugung eines $2\frac{1}{2}$ -dimensionalen Schallfeldes mittels eines minimierten Lautsprecherarrays - Untersuchungen zur Realisierbarkeit

D. Krahé 1) M. Trimpop 2)

1) *Bergische Universität -GH- Wuppertal*, 2) *Institut für Lärmschutz, Düsseldorf*

Auf der DAGA 2000 wurde ein Ansatz zur Erzeugung eines $2\frac{1}{2}$ -dimensionalen Schallfeldes (dreidimensionales Feld mit örtlicher Abhängigkeit in zwei Dimensionen) mit einer minimierten Anzahl von Schallquellen (Lautsprecherarray) in seiner Theorie vorgestellt. Eine mögliche Anwendung hierfür wäre die aktive Lärminderung in einem abgegrenzten Bereich. In der Realisierung können die theoretisch bestimmten Vorgaben für die Amplituden- und Phasensteuerungen des Lautsprecherarrays nur bedingt eingehalten werden. Hinzu kommen die den realen Wandlern eigenen Amplituden- und Phasenverzerrungen sowie deren spezifische Abstrahlcharakteristik.

Die angesprochenen Abweichungen und deren Auswirkungen auf die Reproduktionsgenauigkeit des $2\frac{1}{2}$ -dimensionalen Schallfeldes wurden quantitativ untersucht; ferner die dadurch bedingte reduzierte Wirkung in der Lärminderung. Dabei wurde auch den Fragen nachgegangen, welchen Einfluss der Realisierungsaufwand nimmt und welche Anforderungen an einen realen Wandler hier zu stellen sind.

Di. 13:10 Uhr DE15, Raum 0506

Lautheit

Neue Methoden für die individuelle Bestimmung der Schalldosis – Das DOSE Projekt

W. Krebber(1) A. Bronkhost, (2), T. Fedtke (3), P. Giua (4)

(1) *HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath (D)*, (2) *TNO - TM Soesterberg (NL)*, (3) *PTB Braunschweig (D)*, (4) *CNR - IDAC, Rom (I)*.

Die individuelle Lärmbelastung im Alltag kann am besten mit einem Personenschallexposimeter ("Schalldosimeter") bestimmt werden. Die zur Zeit gebräuchlichen Geräte messen den Schalldruck in der Regel auf der Schulter. Sowohl für die Schädigung des Gehörs als auch für die subjektiv empfundene Lästigkeit von Geräuschen ist jedoch der Schalldruck im Gehörgang entscheidend. Im europäischen Verbundforschungsprojekt D.O.S.E. wird zur Zeit ein portables Schalldosimeter entwickelt, das basierend auf der binauralen Messung im Ohr eine Reihe von Effekten individuell berücksichtigt: (a) Einfluß des Körpers auf das Schallfeld im Ohr, (b) Richtungsabhängigkeit der Schallereignisse (insbesondere bei Impulsgeräuschen kann die Messung auf der Schulter zu erheblich abweichenden Ergebnissen führen), (c) Abschirmung des Ohren durch Kopfhörer oder Gehörschützer, (d) Signifikante Erhöhung der Schalldosis durch Kopfhörerwiedergabe, (e) Reduktion des für die Lästigkeit irrelevanten Beitrags durch die eigene Stimme. In Ergänzung zu den in der IEC 1252 spezifizierten Meßgrößen werden weitere (programmierbare) Parameter verfügbar sein, insbesondere für die Bewertung von Impulsgeräuschen. Das Projekt wird gefördert im EU Programm Standards, Measurement and Testing (SMT).

Di. 13:35 Uhr DE15, Raum 0506

Lautheit

Gehörbelastung von Orchestermusikern

Beat W. Hohmann, Tina Billeter

Bereich Akustik, Suva, CH-6002 Luzern

Bisherige Schallmessungen der Suva wie auch Angaben aus der Literatur zeigen, dass die Schallbelastung von Berufsmusikern auf der Konzertbühne oder im Orchestergraben die an Arbeitsplätzen zulässigen Werte mehr oder weniger deutlich überschreitet. Zu typischen Langzeitbelastungen der Berufsmusiker/-innen über die gesamte Berufstätigkeit und über das Risiko einer irreversiblen Gehörschädigung (Berufskrankheit) liegen aber noch kaum Daten vor. Die Belastung scheint aufgrund der dichterem Dienstpläne und der von Dirigenten geforderten Lautstärken in den letzten Jahren noch zugenommen zu haben.

Nach derselben Methode wie in der Studie zur Gehörbelastung von Berufssängern (DAGA 2000) wurden repräsentative Gehörbelastungen für die verschiedenen Gruppen von Musikern in mehreren Schweizer Berufsorchestern (Konzert- und Theaterformationen, darunter das Tonhalle-Orchester in Zürich) ermittelt:

1. Gliederung der gesamten Tätigkeit in einzelne Phasen (Üben, Proben, Aufführungen, Unterricht)
2. Messung der Gehörbelastung für die verschiedenen Phasen mit ohrnahen Mikrofonen (wo nötig mit anschliessender Freifeldkorrektur). Es wurde darauf geachtet, Werke mit unterschiedlich grosser Besetzung einzubeziehen, wobei Resultate früherer Messungen der Suva in Proben und bei Aufführungen mitverwendet werden konnten.
3. Befragung (Interviews) der Musiker zu typischen Expositionszeiten in den einzelnen Phasen, aber auch zu persönlichen Erfahrungen und zum Gebrauch von Gehörschutzmitteln
4. Errechnung des äquivalenten Dauerschallpegels für jeden der beteiligten Musiker
5. Errechnung durchschnittlicher Dauerschallpegel für verschiedene Gruppen von Musikern. Darüber hinaus wurden die Maximalpegel pro Sekunde, Minute oder Stunde in verschiedenen Situationen zusammengestellt, denn die subjektive Belastung der Musiker ergibt sich nicht so sehr aus dem langfristigen Dauerschallpegel als vielmehr aus den Maximalpegeln.

Di. 14:00 Uhr DE15, Raum 0506Lautheit

Loudness, noisiness, and annoyance of printer soundsH. Fastl * Ch. Patsouras *, S. Kuwano **, S. Namba ***

* *Institute of Man-Machine-Communication, Technical University München, Germany*; ** *Osaka University, Japan*; *** *Takarazuka University, Japan*

The sounds of seven different printers were assessed by 15 Japanese subjects with the method of Semantic Differential. The loudness of the same printer sounds was rated by eight German subjects by the method of Magnitude Estimation. For the data from the Semantic Differential, a high correlation to the physically measured loudness according to DIN 45 631 shows up for the adjectives “noisy” and “annoying”. Also the data obtained by Magnitude Estimates for the adjective “loud” are in perfect agreement with physical measurements of loudness. However, data obtained from the Semantic Differential for the adjective “loud” show lower correlation to physically measured loudness values. These differences may be traced back to at least two causes: first, differences in the methods of Semantic Differential versus Magnitude Estimation. Second, differences in the meaning of the adjective “loud” for Japanese versus German subjects. The latter interpretation seems to be supported by our former studies, where German subjects tend to name sounds as “loud”, which are labeled by Japanese subjects as “noisy”. We plan to check the first hypothesis by experiments with the Semantic Differential with German subjects, and experiments with Magnitude Estimates by Japanese subjects.

Di. 14:25 Uhr DE15, Raum 0506Lautheit

Lautheit zeitlich fluktuierender GeräuscheGiso Grimm, Jesko L. Verhey und Volker Hohmann*AG Medizinische Physik, Universität Oldenburg**(giso@medi.physik.uni-oldenburg.de)*

Viele Geräusche in unserer Umwelt sind instationär und unterliegen zeitlichen Pegelschwankungen (Modulationen). In der Literatur finden sich widersprüchliche Daten zur Lautheit von instationären Geräuschen. Während ältere Literaturdaten auf eine gegenüber stationären Geräuschen erhöhten Lautheit von langsam schwankenden Signalen hindeuten fanden neuere Studien einen nur geringen Einfluss von Pegelschwankungen auf die Lautheit (z.B. Moore. B.C.J. et al., J. Acoust. Soc. Am. 105(5), May 1999). In diesem Beitrag werden neue Messdaten zur Lautheit modulierter Signale vorgestellt. Die Daten wurden mit Hilfe von Lautheitsvergleichsmessungen bei Normalhörenden erhoben.

Es wurden sowohl periodische als auch statistische Modulatoren und Träger verschiedener Bandbreiten verwendet. Unabhängig von der Art der Modulation und der Bandbreite des Trägers zeigen die Messungen eine signifikante Abhängigkeit der Lautheit von der mittleren Modulationsfrequenz. Die Lautheit ist bei einer Modulationsfrequenz von 16 Hz maximal und nimmt zu höheren und niedrigeren Modulationsfrequenzen ab. Ein Lautheitsmodell, das eine zeitliche Integration und nachfolgende Perzentilbewertung beinhaltet, kann die Messergebnisse qualitativ beschreiben.

Di. 14:50 Uhr DE15, Raum 0506

Lautheit

Zeitlich-spektrale Effekte bei der Lautheitswahrnehmung

Jesko L. Verhey Birger Kollmeier

Universität Oldenburg

Die Lautheit von einem Geräusch hängt nicht nur vom seinem Pegel sondern auch von seiner Dauer und seinem spektralen Gehalt ab. Lautheitsmodelle zur Beschreibung dieser zeitlichen und spektralen Effekte gehen im Allgemeinen von einer instantanen nichtlinearen spektralen Integration aus, während die Dauerabhängigkeit durch eine nachgeschaltete einfache Integrationsstufe beschrieben wird. Die spektrale und zeitliche Integration wird als unabhängig angenommen. Eigene auf der DAGA 98 vorgestellte Messungen zeigen jedoch, dass die spektrale Lautheitssummutation von der Signaldauer abhängt. Es wurden die Lautheitsvergleichsmessungen mit Referenzstimuli gleicher Leistung (und gleichem spektralen Gehalt) für verschiedene Signaldauern durchgeführt. In diesem Beitrag werden neue Messergebnisse vorgestellt, bei denen die spektrale Lautheitssummutation für kurze und lange Signale sowohl bei gleichem Pegel als auch bei gleicher Lautheit verglichen wird. Es zeigt sich, dass der Effekt der Signaldauer auf die spektrale Lautheitssummutation für den betrachteten (mittleren) Pegelbereich pegelunabhängig ist, sofern man die Daten bei gleicher Leistung des Referenzsignals vergleicht. Bei gleicher Lautheit nimmt jedoch der Unterschied zwischen der spektralen Lautheitssummutation für kurze und langen Signale mit zunehmender Lautheit ab. Die Ergebnisse werden im Rahmen neuer Literaturdaten zur zeitlichen Lautheitssummutation für schmalbandige und breitbandige Stimuli diskutiert.

Ende der Sitzung

Di. 15:40 Uhr DE15, Raum 0506

Audiologische Akustik

Akustische Lokalisation mit Cochlea Implantat und Richtmikrofon-HörgerätBernhard Seeber*, Uwe Baumann+, Hugo Fastl*** Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München, D-80290 München, + Klinikum der Universität München, Audiologie der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten*

Patienten mit unilateralem Hörverlust leiden in den meisten Fällen unter einem stark eingeschränkten Lokalisationsvermögen. Einseitig Cochlea-implantierte Patienten mit Resthörvermögen auf dem anderen Ohr fällt es ebenfalls schwer, Schallquellen zu lokalisieren. Werden diese Patienten mit einem Richtmikrofon-Hörgerät (Powerzoom, Phonak AG) zusätzlich zum CI versorgt, so konnten in einer Lokalisationsstudie mit acht Patienten zwei deutlich von der Doppelversorgung profitieren. Diese beiden Patienten haben ein etwas höheres Resthörvermögen und zeigen in einer Sprachverständlichkeitsstudie ebenfalls bessere Werte (Baumann, DAGA 2001). Die Lokalisationsuntersuchungen wurden mit einer Methode durchgeführt, bei der die Patienten mit Hilfe eines Lichtpunktes die wahrgenommene Richtung anzeigen (Seeber, DAGA 2001). Der Vorteil dieser Methode liegt in der hohen Anzeigeauflösung der wahrgenommenen Richtung. Während einer der beiden Patienten in der Lage ist, Richtungen grob, aber mit geringer Streuung zu unterscheiden, vermag der andere Patient Vorgaberichtungen mit geringem Fehler zu lokalisieren. Bei beiden treten Streubereiche der lokalisierten Richtung um 5 auf, was etwa dem doppelten Wert von Normalhörenden entspricht. Für die Lokalisationsfähigkeit der von uns untersuchten Patienten spielt es nur eine untergeordnete Rolle, ob im Hörgerät das Richtmikrofon oder ein omnidirektionales Mikrofon verwendet wird. Die Lokalisationsergebnisse der CI-Patienten werden mit den Ergebnissen von Normalhörenden verglichen. Ergebnisse von Lokalisationsuntersuchungen mit bilateral mit konventionellen Hörgeräten versorgten Patienten werden den anderen Ergebnissen gegenübergestellt.

Di. 16:05 Uhr DE15, Raum 0506

Audiologische Akustik

Sprachverständnis mit Cochlea Implantat und Richtmikrofon HörgerätUwe Baumann*Klinikum der Universität München, Audiologie der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten*

Patienten mit einseitiger Cochlea Implantat (CI) Versorgung haben auf dem Gegenohr oft ein mehr oder weniger großes Resthörvermögen,

welches sich durch Einsatz von Hörgeräten in Einzelfällen zur Verbesserung des Sprachverständnis im Störgeräusch nutzen lässt (Baumann, DAGA 2000). Um zu prüfen, ob und in wie weit sich das Sprachverständnis auch durch Hörgeräte mit Richtmikrofontechnik verbessert, wurden 10 erfahrenen CI Trägern mit Resthörvermögen am Gehöhr derartige Hörgeräte (Powerzoom, Phonak AG) angepasst. Nach einer Eingewöhnungszeit und Feinanpassung wurden Hörtests zur Bestimmung des Sprachverständnis mit und ohne Störgeräusch mit dem Oldenburger Satztest durchgeführt. Die Ergebnisse ohne Störgeräusch zeigen im Mittel eine deutliche Verbesserung bei zusätzlicher Nutzung des Hörgerätes unabhängig von der Art des Mikrofons. Die mittlere individuelle Verbesserung durch Einsatz des Richtmikrofons gegenüber dem omni-direktional Empfindlichen liegt allerdings unterhalb 10%. Bei Einsatz des Störgeräuschs schwanken die Ergebnisse individuell. Während die Mehrzahl der Patienten von der zusätzlichen Nutzung des Hörgerätes in unterschiedlichem Umfang profitiert, zeigen einige Patienten eine Verschlechterung. Patienten mit besonders großen Hörresten haben bei Verwendung des Richtmikrofons starke Verbesserungen des 50% Verständnis, im Einzelfall bis zu 8 dB. Diese Patienten zeigen bei gemeinsamer Verwendung von CI und Hörgerät auch ein deutlich verbessertes Richtungsgehör (Seeber *et al.*, dieser Tagungsband).

Di. 16:30 Uhr DE15, Raum 0506

Audiologische Akustik

Interne Spektrumsrepräsentation von synthetisierten Vokalen bei Cochlear Implantat-Stimulation

Bernhard Laback, Werner A. Deutsch

Institut für Schallforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften

Die Diskrimination additiv synthetisierter Vokale gleicher Grundfrequenz und einheitlicher Lautheit basiert auf der internen Spektrumsrepräsentation, d. h. der tonotopischen Verteilung neuronaler Anregung. Bei elektrischer Stimulation über ein Cochlear Implantat (CI) hängt die interne Repräsentation sowohl von der elektrischen Feldausbreitung der einzelnen Elektrodensignale als auch - im Falle nicht-simultaner Elektrodenstimulation - von der Interaktion zwischen mehrfachen Anregungen einer Neuronenpopulation durch mehrere Elektroden ab. In dieser Studie wird die interne Spektrumsrepräsentation mittels psychoakustischer Maskierungspatterns bei mehreren CI-Trägern systematisch gemessen und deren Relevanz für die Identifikation von Vokalen untersucht. Die Experimente bestehen aus drei Teilen: im ersten Teil wird die Frequenzausbreitung der Maskierung, die Abhängigkeit vom Maskierpegel sowie die Additivität der Maskierung bei mehreren gleich

wirksamen Maskieren gemessen. Im zweiten Teil werden ausgewählte Vokale als Maskierer verwendet und die Mithörschwellen für alle Elektroden gemessen (Vowel Masking Pattern). Diese Methode, die eine direkte Messung des internen Signalspektrums darstellt, ermöglicht die Überprüfung eines aus dem ersten Teil abgeleiteten Modells der Ausbreitung der neuronalen Anregung (Neural Excitation Pattern). Im dritten Teil werden Verwechslungsmatrizen für 8 Vokale bestimmt. Ein Vergleich der Unterschiede in den Vowel Masking Patterns verschiedener Vokale mit den zugehörigen Verwechslungsmatrizen ermöglicht die Auffindung der für die Diskrimination relevanten spektralen Features.

Di. 16:55 Uhr DE15, Raum 0506

Audiologische Akustik

Funktionale Analyse des menschlichen Mittelohres

Christian Weistenhöfer Herbert Hudde

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Im Verhältnis zum Innenohr ist das Mittelohr in seiner mechanischen Struktur relativ einfach. Das Mittelohr ist aber wesentlich komplizierter aufgebaut, als es zur Realisierung der akustischen Grundfunktion nötig wäre. Es gibt Realisierungen in der Tierwelt (Columella bei Vögeln) oder auch beim Menschen (Prothesen), bei denen eine einfache Stabverbindung hinreichend ist. Dies wirft eine ganze Reihe von Fragen auf, die über die Betrachtung der akustischen Grundfunktion hinausgehen.

Es ist zweckmäßig, diese Fragen mit Hilfe eines mathematischen Modells zu beantworten, da hier Modellparameter gezielt und ohne unerwünschte Nebeneffekte verändert werden können. Soll die Wirkung von Modellparameteränderungen untersucht werden, so ist die Rechenzeit eines Finite-Elemente-Modells des kompletten Mittelohres zu lang. Deshalb entwickelten wir ein dreidimensionales Netzwerkmodell der Ossikelkette, das mit einem FE-Modell des Trommelfells gekoppelt wurde. Die Modellparameter wurden durch den Vergleich von Messergebnissen an Felsenbeinpräparaten bestimmt.

Im Vortrag wird das komplette Netzwerkmodell der Ossikelkette und die Integration des FE-Trommelfellmodells in das Netzwerkmodell vorgestellt. Modellvorhersagen werden mit Messergebnissen an Felsenbeinpräparaten verglichen. Schließlich wird anhand von Modellrechnungen versucht, "Konstruktionsprinzipien" des menschlichen Mittelohres zu erkennen.

Di. 17:20 Uhr DE15, Raum 0506

Audiologische Akustik

Knochenschall - Finite-Elemente-Berechnungen zur Innenohrkomponente

Henning Taschke Michael Hülskemper

Institut für Kommunikationsakustik

Als Knochenschallleitung wird die Übertragung von Schwingungen der Bestandteile des Kopfes in das Gehör bezeichnet. Über die Art und Weise, wie die Schwingungen auf das Innenohr übertragen werden, herrscht noch weitgehend Unklarheit. Um die Mechanismen der Knochenleitung eingehender untersuchen zu können, wird an unserem Institut ein Modell des menschlichen Kopfes entwickelt. Es handelt sich hierbei um ein Hybridmodell, das Finite-Elemente und Netzwerkmodellkomponenten miteinander verbindet. Das Ziel der Entwicklung soll sein, mit Hilfe des Modells die beim Hören wirksamen Knochenschallanteile in praktisch relevanten Situationen berechnen zu können.

Die Aufteilung der Mechanismen der Knochenleitung erfolgt im allgemeinen nach dem Ort der Einleitung in Aussen-, Mittel- und Innenohranteil. Da alle Anteile eng miteinander verknüpft sind, ist es notwendig, sinnvoll zu definieren, welche der möglichen Effekte unter welchen Randbedingungen ein bestimmter Anteil umfassen soll. Hierauf wird im Vortrag kurz eingegangen.

Das Modell umfaßt zur Zeit den knöchernen Schädel sowie das Mittel- und Innenohr. Natürlich haben auch die nichtknöchernen Bestandteile des Kopfes einen erheblichen Einfluß auf die Schwingungen des Schädels in vivo. Das Auftreten einiger grundlegender Effekte kann aber bereits am bisher vorhandenen Modell gezeigt werden. Im Vortrag werden Berechnungen der Schwingungsformen des knöchernen Schädels sowie zu deren Übertragung auf das Innenohr vorgestellt.

Di. 17:45 Uhr DE15, Raum 0506

Audiologische Akustik

Ein Modell zur Entstehung von Tinnitus im zentralen auditorischen System auf der Grundlage neurophysiologischer Untersuchungen.

Gerald Langner Elisabeth Wallhäußer-Franke

Abteilung für Neuroakustik, Zoologisches Institut der TU-Darmstadt, Schnittspahnstr. 3, 64287 Darmstadt

Das Phantomgeräusch Tinnitus ist zumeist mit einem Hörschaden verbunden. Nach unseren Untersuchungen am Tiermodell führen Hörschäden durch hoch-dosiertes Aspirin oder ein Knalltrauma -im Gegensatz zur Erwartung vieler Hörphysiologen- zu unterdrückter Aktivität in der aufsteigenden Hörbahn. Dies konnte mit Hilfe der ¹⁴C-2-Deoxyglukosemethode bei Rennmäusen gezeigt werden. Gleichzeitig konnten wir aber einen nur durch Tinnitus erklärbaren erhöhten

Stoffwechsel im Hörcortex aufzeigen. Mit c-fos-Immunohistochemie konnten wir weiterhin plastische Veränderungen im Hörcortex und in emotions- und aufmerksamkeitssteuernden Gehirnstrukturen (Amygdala) nachweisen. Eine Korrelationsanalyse der Aktivierungen verschiedener Hirnareale nach einem Schalltrauma weist auf eine starke Interaktion des auditorischen und limbischen Systems bei der Tinnitusentstehung hin. Auf der Basis unserer experimentellen Befunde haben wir ein Modell zur zentralen Tinnitusentstehung entwickelt. Hierfür wurden vier Verarbeitungsschichten des Hörsystems mit jeweils 100 ‚Neuronen‘ simuliert. Die Funktion der unteren Ebene beschränkte sich darauf, die Frequenzabstimmung und damit Flanken und Spitzen im Bereich des Hörschadens durch laterale Inhibition zu verschärfen. Rückkopplung zwischen den beiden oberen Schichten kann diese dann soweit verstärken, daß schon nach kurzer Zeit eine starke Aktivierung erreicht wird. Im Gehirn wird die Stärke der Rückkopplung zwischen Cortex und Thalamus vermutlich durch das limbische System kontrolliert.

Di. 18:10 Uhr DE15, Raum 0506

Audiologische Akustik

Frequenz- und Klangtherapie

Friedrich Pelz, Achim Pelz

21406 Deutsch-Evern, Paul-Gerkens-Ring 12

Grundlagen der Frequenz- und Klangtherapie, studioteknische Vorarbeiten, die Veränderung von Frequenzen in den Klängen, gezielte Anregungen bestimmter Frequenzbereiche (Cochlea) und des Gehirns

Ende der Sitzung

Di. 15:40 Uhr DE15, Raum 1520

Absorber

Reflexionsarme Räume - Eine Frage der Auskleidung

Hans-Joachim Milz

G+H Schallschutz GmbH, Dr.-Albert-Reimann-Str. 20, 68526 Ladenburg

Schallmessräume entstanden aus der Idee heraus, ideale akustische Freifeldbedingungen zu verwirklichen. Die damit verbundenen Anforderungen sind hoch, der Grundgeräuschpegel soll unterhalb der Messschwelle liegen und die Raumrückantwort muss vernachlässigbar sein. So entstanden Räume nach DIN 45635 bzw. ISO 3745. Sie zeichnen sich durch eine besonders aufwendige Bauweise aus. Jeder kennt diese Räume mit den Keilauskleidungen.

Moderne Messtechnik und Messräume für spezifische Aufgaben erfordern zwar auch reduzierte Raumreflexionen, lassen aber weniger strenge Messumgebungen zu, als sie in den oben genannten Normen vorgeschrieben sind.

Dieser Beitrag befasst sich mit der Gegenüberstellung aktueller Auskleidungen für akustische Messräume. Die akustischen Eigenschaften von Keilabsorbern und Flachabsorbern werden gegenübergestellt, insbesondere unter Berücksichtigung unterschiedlicher Messverfahren. Die Eigenschaften realer Räume werden anhand von Beispielen verglichen.

Di. 16:05 Uhr DE15, Raum 1520

Absorber

Absorptionsgradberechnung mehrschichtiger mikroperforierter Absorbersysteme

K. Pfaffelhuber, D. Patsouras

FAIST Automotive GmbH & Co. KG

Absorbersysteme aus mikroperforierten Platten oder Folien bilden bei geeigneter Perforierung und mehrschichtiger Anordnung eine Alternative zu Schäumen und Vliesen. Die Berechnung von Mikroporanordnungen war jedoch bisher auf eine, mit Einschränkungen auf zwei Platten beschränkt.

Auf der Basis der grundlegenden Theorien von Maa (1987) wird ein Ansatz vorgestellt, der die Berechnung beliebiger Anordnungen ermöglicht.

Di. 16:30 Uhr DE15, Raum 1520

Absorber

Realisierung der Schallabsorber-Funktion von Kühldecken mit Gipskarton-Lochplatten und Feinputz

Werner Schirmer, Dieter Friedemann

KÖTTER Beratende Ingenieure Dresden

An Deckensysteme zum Einsatz in offenen, d. h. nicht durch Wände unterteilten Büros der Komfortstufe (Bankgebäude) werden zahlreiche Anforderungen gestellt:

- 1) Kühlfunktion zur Verringerung der sonst erforderlichen großen Kühlluftmenge (Kosten, Zugerscheinungen).
- 2) Rasterlose glatte Oberfläche, Lochung nicht sichtbar, auch langfristig nicht (Staubablagerung bei Luftströmung durch porösen Feinputz) zur Erfüllung innenarchitektonischer Ansprüche.
- 3) Schallabsorption zur Akustik-Regulierung (minimale Schallübertragung zwischen Arbeits-/Beratungsbereichen).

Im Beitrag wird gezeigt, wie und mit welchem System-Aufbau Anforderung 3) neben den dominanten Anforderungen 1) und 2) realisiert

wurde. Zur Schaffung von Planungssicherheit wurde für mehrere Systemvarianten der Schallabsorptionsgrad nach DIN EN 20354 (Hallraumverfahren) bestimmt. Die Ergebnisse werden mitgeteilt.

Di. 16:55 Uhr DE15, Raum 1520

Absorber

Präzise Strömungswiderstandsmessungen mit der Vergleichsmethode

Ennes Sarradj Tobias Lerch, Jörn Hübel

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation und Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau

In dem Beitrag wird ein Meßplatz für Messungen des Strömungswiderstandes von Proben porösen Material vorgestellt. Das Meßverfahren entspricht nicht den üblichen z.B. in DIN EN 29053 vorgeschlagenen Methoden. Vielmehr wird der Strömungswiderstand durch den Vergleich mit einem bekannten Wert ermittelt. Das erlaubt schnelle und präzise Messungen an einer großen Anzahl von Proben. Bei Bedarf kann die komplette Steuerung des Platzes vom Computer aus erfolgen. Das gestattet die unkomplizierte Aufnahme der Abhängigkeit des Strömungswiderstandes von der Strömungsgeschwindigkeit. Neben den Eigenschaften des Meßplatzes wird im Beitrag auch auf Meßergebnisse eingegangen.

Di. 17:20 Uhr DE15, Raum 1520

Absorber

Absorbertheorien für offenporigen Asphalt

Ennes Sarradj

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Offenporiger Asphalt spielt als Straßenbelag eine potentiell wichtige Rolle bei der Verminderung des Verkehrslärms. Neben anderen, das Reifenrollgeräusch mindernden Eigenschaften wirkt er auch als Schallabsorber. Um die Eigenschaften dieses Absorbers zu optimieren, ist eine passende Theorie zur Bestimmung der akustischen Kennwerte aus den Parametern des offenporigen Asphalts erforderlich. In dem Beitrag werden die Ergebnisse verschiedener Theorien Meßergebnissen an Proben offenporigen Asphalts gegenübergestellt.

Di. 17:45 Uhr DE15, Raum 1520

Absorber

Tortuositätsmessungen an offenporigen AsphaltprobenTobias Lerch Ennes Sarradj und Jörn Hübelt*TU Dresden, Professur für Straßenbau*

In einer Anzahl von Theorien zur Bestimmung der akustischen Kennwerte poröser Absorber, u.a. von BIOT, spielt der Parameter hydraulische Tortuosität eine wichtige Rolle. Die hydraulische Tortuosität kennzeichnet die mittlere Weglänge von Teilchen in einer Strömung durch eine Schicht porösen Materials im Verhältnis zur Schichtdicke. Da sich die hydraulische Tortuosität einer direkten Messung entzieht, muß sie durch Messung der elektrischen Tortuosität ermittelt werden. Im Vortrag werden der dazu aufgebaute Meßplatz sowie erste Ergebnisse von Messungen an Proben offenporigen Asphalts vorgestellt.

Di. 18:10 Uhr DE15, Raum 1520

Absorber

In-situ-Meßverfahren zur Bestimmung der Absorptionseigenschaften einer Probe unter Anwendung der AutokorrelationsfunktionJörn Hübelt Andreas Zeibig*Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden*

In vielen Situationen ist es notwendig, die Absorptionseigenschaften einer Probe vor Ort zu bestimmen. In den vergangenen Jahren wurden dazu verschiedene Methoden vorgestellt. Eines der häufig diskutierten Meßverfahren ist dabei die Impuls-Echo-Methode. Bei Gebrauch dieser Methode wird in vielen Fällen die Subtraktionstechnik zur Signalanalyse angewandt. Alternativ dazu ist zur signalanalytischen Auswertung auch der Einsatz der Autokorrelationsfunktion denkbar. Vor- und Nachteile dieser Methode der Signalanalyse werden anhand der Gegenüberstellung zur "Subtraktionstechnik" diskutiert. Abschließend sollen Meßergebnisse, gewonnen an offenporigen Asphalten, vorgestellt werden.

Ende der Sitzung

Mi. 8:30 Uhr Audimax I

Plenarvortrag Hohmann

Das Gehör in Gefahr – Stand und aktuelle Probleme bei der Prävention lärmbedingter Gehörschäden

B.W. Hohmann

Bereich Akustik, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt Suva, Luzern

Schon lange ist bekannt, dass eine Überbelastung des Gehörs zu unheilbaren Hörschäden führen kann. Die Grenzwerte für Lärm am Arbeitsplatz liegen international ziemlich einheitlich bei 85 oder 90 dB(A). Trotz Erfolgen bei der technischen Lärmbekämpfung sind in der Schweiz immer noch rund 200'000 Beschäftigte gehörgefährdendem Lärm ausgesetzt. Ein umfassendes Prophylaxeprogramm soll sie vor Schädigungen schützen. Am schwierigsten gestaltet sich der Schutz des Gehörs bei den Berufsmusikern.

Bei der Gehörgefährdung durch Impulslärm wird oft der unbewertete Peak-Pegel ohne Einbezug der Impulsdauer herangezogen. Der Schweizer Grenzwert von 125 dB(A) SEL hingegen versucht, das Frequenz- und Zeitverhalten des Gehörs zu berücksichtigen.

Gehörgefährdende Knallereignisse treten vor allem bei Waffen auf, doch kann auch Knallspielzeug bei der Auslösung direkt am Ohr hohe Pegel erzeugen, die einen akuten Hörschaden zur Folge haben. Noch höhere Schallpegel als bei einem Gewehrknall entstehen bei der Auslösung von Airbags – temporäre oder bleibende Hörstörungen nach einem Unfall stellen also keine Überraschung dar.

Während die Gehörgefährdung bei der Arbeit oder im Militärdienst abnimmt, steigt sie in der Freizeit an, vor allem durch Musik. Auch mit den Schweizer Grenzwerten überschreitet der Dauerschallpegel bei rund 50% der Jugendlichen 87 dB(A). Offen blieb bisher die Frage, welche Musiklautstärke von den Jugendlichen selbst gewünscht wird. Drei unabhängige Studien ergaben, dass die Lautstärke von den Besuchern oft – zum Teil mehrheitlich – als zu laut beurteilt wird. Gegenüber diesem Hinweis stellen sich die Lautstärkegewaltigen allerdings taub – vielleicht mit gutem Grund ...

Mi. 9:25 Uhr Audimax I

Plenarvortrag Noll

Sprach- und AudiocodierungP. Noll*Technische Universität Berlin*

Sprach- und Audiosignale werden heute bereits weitgehend digital übertragen oder gespeichert. Verfahren zur Datenkompression müssen eingesetzt werden, wenn in Übertragungssystemen nur geringe Bandbreiten zur Verfügung stehen, wie z.B. im digitalen Mobilfunk, im terrestrischen oder satellitengestützten digitalen Hörfunk sowie in Internet- und Multimedia-Anwendungen.

In Form eines Übersichtsvortrages werden die Möglichkeiten und Grenzen der Digitalisierung von Sprach- und Audiosignalen und ihrer Speicherung und Übertragung dargestellt. Beispielhaft werden Verfahren erläutert, die das Prinzip einer wahrnehmungsangepaßten Codierung verwenden. Als Anwendungsbeispiel wird der MPEG-Standard herangezogen, der eine effiziente Bitratenreduktion bei digitalisierten Audiosignalen bietet. Schließlich werden Probleme einer fehlerresistenten Übertragung von Sprach- und Audiosignalen über Mobilfunk-, Hörfunk- und Internet-Kanäle angesprochen.

Eine größere Zahl akustischer Beispiele wird den Vortrag begleiten.

Mi. 10:40 Uhr Audimax I

Bauakustik II

Das Norm-Trittschallhammerwerk muß laufen lernen!W. Scholl*Fraunhofer-Institut für Bauphysik Stuttgart*

Auf der letzten DAGA war vom Autor über Untersuchungen berichtet worden, inwieweit das Labormeßverfahren zur Bestimmung des Trittschall-Verbesserungsmaßes von Bodenbelägen auf Massivdecken (DIN EN ISO 140-8) auf leichte Decken ausgedehnt werden könne. Dabei zeigte sich, daß das Trittschallverbesserungsmaß - eigentlich eine Kenngröße der Deckenauflage - wesentlich von den speziellen Eigenschaften des Norm-Trittschallhammerwerks abhängt und i.a. nicht auf andere Trittschallquellen, z.B. gehende Personen, übertragbar ist.

Als ein Ausweg aus diesem Dilemma wird vorgeschlagen, eine Trittschallquelle mit denselben dynamischen Eigenschaften zu verwenden wie die am meisten interessierende Trittschallquelle - die gehende Person. So wird wenigstens das Verhalten beliebiger Decken bei "echten" Gehgeräuschen richtig wiedergegeben. Daher wurden die Quellimpedanzen von Gehern bestimmt und durch eine einfache mechanische Anordnung nachgestellt. Mit einer solchen Anordnung als Trittschallquelle wurden die Trittschallpegel einer Holzbalken- und einer Massivdecke

bestimmt und mit "echten" Gehgeräuschen sowie dem Trittschallpegel bei Norm-Hammerwerks-Anregung verglichen.

Mi. 11:05 Uhr Audimax I

Bauakustik II

Schallbrücken von schwimmenden Estrichen mit harten Oberbelägen, umfangreiche Trittschallmessungen vor und nach der Sanierung

Christian Halbe

TAUBERT und RUHE GmbH

In einem Mehrfamilienhaus mit 22 Wohneinheiten wurden Trittschallmessungen von jedem Fußboden mit hartem Oberbelag ausgeführt. Aufgrund von Schallbrücken der Estriche oder der harten Oberbeläge wurden zu 60% die Mindestanforderungen nach DIN 4109 nicht eingehalten. Durch die "Abklopfmethode" konnte ein Großteil der Schallbrücken geortet werden. Bei Kontaktstellen im oberen Randfugenbereich der Fußböden war diese Methode aber unbrauchbar. Die gezielte Sanierung der Schallbrücken führte zu bewerteten Norm-Trittschallpegel die nunmehr alle den Mindestanforderungen nach DIN 4109 von erf. $L'_{n,w} = 53$ dB entsprechen. 54 % der Messergebnisse erfüllen sogar den Vorschlägen für erhöhten Schallschutz von weniger als erf. $L'_{n,w} = 46$ dB.

Im Vortrag werden die unterschiedlichen Arten von Schallbrücken und die Schallübertragungswege vorgestellt. Die Verbesserung des bewerteten Norm-Trittschallpegels wird durch den Vergleich der Kurvenverläufe vor und nach der Sanierung veranschaulicht. Teilweise musste mehrfach nachgebessert werden, so dass auch Messergebnisse über Zwischenschritte vorliegen.

Mi. 11:30 Uhr Audimax I

Bauakustik II

Ein Modell zur Auralisation der Trittschalldämmung

Rainer Thaden

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

Schalldämmmaße werden zur einfacheren Handhabung in Einzahlwerten angegeben. Dadurch geht natürlich ein grosser Teil der ursprünglich frequenzabhängigen Informationen aus der Messung verloren. Auch sind die Normkurven zur Ableitung des Einzahlkennwertes nicht unumstritten, da sie sowohl bei der Luft- als auch bei der Trittschalldämmung tiefe Frequenzen zu gering, hohe Frequenzen jedoch zu stark bewerten.

Durch eine Auralisation kann dem Betrachter die Wirkung unterschiedlicher Maßnahmen zur Schalldämmung deutlich vor Ohren geführt werden. Es wurde bereits ein Algorithmus zur Luftschalldämmung basierend auf einer Software zur Berechnung der Flankenübertragungsfunktionen zwischen zwei Räumen nach DIN EN 12354 Teil 1-3 vorgestellt. Nun soll ein Ansatz zur Erweiterung um eine Trittschall-Auralisation präsentiert werden. Das Modell zur Berechnung der Krafteinleitung basiert auf gemessenen Kraft-Zeit-Verläufen typischer Trittschallanregungen (Gehen mit unterschiedlichem Schuhwerk, etc.) und den Impedanzen des Bodens sowie der anregenden Elemente. Es wird über das Modell sowie über die Bestimmung der Eingangsdaten berichtet.

Mi. 11:55 Uhr Audimax I

Bauakustik II

Eine neue Schwingbodenkonstruktion zur Trittschalldämmung, entwickelt für Postproduction-Studio

Sven Pirschel Eva Wilk

fit - feldmann interactive technology GmbH und Fachhochschule Hamburg

Für ein Postproduction-Studio wurde die bauakustische Projektierung durchgeführt. Hierbei ergab sich - in der Bauphase - die Notwendigkeit, eine spezielle Konstruktion zur Trittschalldämmung zu entwickeln.

Der Beitrag beschreibt zunächst die bauakustischen Innenausbauten für den Regie- und den dazugehörigen Aufnahmeraum. bei den Innenausbauten handelt es sich um bewährte Konstruktionen, welche bereits in anderen Studios zum Einsatz kamen. Diese wurden unter Berücksichtigung von DIN-Normen und Dolby®-Richtlinien untersucht und zum Teil für die spezielle Anwendung optimiert. Es wurde weiterhin eine Schwingbodenkonstruktion zur Trittschalldämmung auf empirischem Wege entworfen. Diese Schwingbodenkonstruktion kam auf den neu entstandenen Studiodecken zum Einsatz. Da die Trittschallproblematik erst in der Bauphase registriert wurde, unterlag diese Konstruktion diversen baulichen Einschränkungen.

Die raumakustischen Maßnahmen, d.h. Auswahl und Anordnung von Absorbern und Diffusoren, wurden ebenfalls unter Berücksichtigung von Dolby®-Richtlinien und DIN-Normen entworfen. Die Steuerung von Reflexionen insbesondere im Regieraum wurde berücksichtigt, spielte aber aufgrund der geforderten kurzen Nachhallzeiten nur eine untergeordnete Rolle. Außerdem wurde auf der Basis des berechneten Modenspektrums ein Helmholtzresonator für den Regieraum entworfen.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr Audimax I

Bauakustik II

Luftschalldämmung mit Leichthochlochziegeln: Prognose unter Anwendung der EN 12354

Andreas Meier Andreas Niermann, Gerhard Hilz

Müller-BBM GmbH, Planegg

Porosierte Hochlochziegel werden aufgrund ihrer günstigen wärmetechnischen Eigenschaften gerne am Bau eingesetzt. Zunehmend höhere wärmetechnische Anforderungen bedingen geringere Steinrohddichten, besondere Lochbilder und Vermörtelungsverfahren, um niedrige Wärmeleitfähigkeiten zu erreichen. Oftmals entspricht dann aber die Schalldämmung nicht den Ergebnissen aus den angewandten rechnerischen Nachweisverfahren. Auch der baurechtlich geforderte Schallschutz wird wiederholt verfehlt. Ursache ist die bekannte Diskrepanz zwischen der aufgrund der flächenbezogenen Massen z. B. nach DIN 4109 berechneten Schalldämmung und der tatsächlich erreichten Schalldämmung am Bau.

Die Ziegelindustrie versucht diese Umstände in Forschungsvorhaben aufzuklären. Ziel ist es, die Ursachen für die Abweichungen detailliert zu ergründen. Dem Planer soll dann eine Berechnungsmethode an die Hand gegeben werden, die es ihm ermöglichen soll, die Schalldämmung mit porosierten Hochlochziegeln am Bau sicher zu prognostizieren.

Im Rahmen dieses Vortrages soll ein Überblick über die bisher bekannten Mechanismen bei der Schalldämmung mit Hochlochziegeln gegeben werden. Unter Einbeziehung von Messergebnissen aus Prüfständen und ausgeführten Gebäuden sollen Berechnungsmöglichkeiten in Anlehnung an DIN EN 12354-1 betrachtet werden, welche die akustischen Eigenschaften der porosierten Hochlochziegel beinhalten.

Mi. 13:35 Uhr Audimax I

Bauakustik II

Schalldämmung von Lochsteinen

Martin Schneider Heinz-Martin Fischer

Fachhochschule Stuttgart - Hochschule für Technik

Der Luftschallschutz zwischen Räumen wird im Massivbau häufig durch die Schallübertragung der flankierenden Bauteilen bestimmt. Die Flankendämmung ergibt sich aus Direktschalldämmung und Stoßstellendämmung der an der Schallübertragung beteiligten Bauteile. Bei flankierendem Mauerwerk aus Lochsteinen wurde in der Vergangenheit häufig ein verminderter Schallschutz, hervorgerufen durch eine erhöhte Flankenübertragung, festgestellt. Ursache hierfür ist häufig eine gegenüber dem aus der flächenbezogenen Masse zu erwartenden Rechenwert verminderte Schalldämmung. Das Beiblatt 1 zur DIN 4109

weist darauf hin, daß bei "ungünstiger Lochung" die Schalldämmung nicht nach Tabelle 1 berechnet werden darf. Durch eine Vielzahl an Formaten, Lochbildern, Rohdichten etc. ergibt sich eine sehr unübersichtliche Bandbreite an unterschiedlichem Mauerwerk. Aus diesem Grund scheint es nicht zielführend, die Schalldämmung für jede Mauerwerksvariante zu überprüfen. Frühere Untersuchungen zeigen aber auch, daß die flächenbezogene Masse bei bestimmten Lochsteinen kein geeigneter Indikator für die Schalldämmung ist. Deshalb wurden im Laboratorium der Fachhochschule Stuttgart- Hochschule für Technik an mehreren Wänden aus Hochlochziegelmauerwerk Messungen zur Direktschalldämmung durchgeführt. Hierbei wurde in einem ersten Schritt der Einfluß der Parameter Lochbild und Vermörtelung auf die Schalldämmung untersucht. Weitere die Schalldämmung beeinflussende Faktoren wie Rohdichte, Putz, Format des Steines, und Scherbenmaterial wurden bei den Versuchen konstant gehalten. Bei diesen Versuchen zeigte sich, daß das Lochbild einen deutlich kleineren Einfluß auf die Direktschalldämmung hat als bisher angenommen.

Mi. 14:00 Uhr Audimax I

Bauakustik II

Schalldämmung von Lochsteinwänden

Lutz Weber, Werner Scholl

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart

Lochsteine sind wegen ihrer guten wärme- und feuchtetechnischen Eigenschaften und ihres geringen Gewichts ein beliebtes Baumaterial vor allem für Außenwände. Durch die Lochung verringert sich jedoch die Steifigkeit des Steingefüges, was dazu führen kann, daß sich die Eigenschwingungen der Steine in den bauakustischen Frequenzbereich hinein verschieben. In diesem Fall ist neben der Anregung von Biegewellen ein zusätzlicher Schallübertragungsmechanismus vorhanden, der zu einer erhöhten Schallabstrahlung der Wand und damit zu einer Verminderung der Schalldämmung im Vergleich zu einem homogenen Bauteil mit gleicher Flächenmasse führt. Von Bedeutung für die Schallabstrahlung sind besonders Dickenschwingungen, bei denen sich die Außenflächen der Steine gegenphasig bewegen, während die Steinränder in Ruhe bleiben. Im übrigen wird durch die Schwingungen der Steine nicht nur die Durchgangs- sondern auch die Längsdämmung der Wand beeinträchtigt.

Wie die bisherigen Untersuchungen zeigen, sind die Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der Steine (Lochbild, Abmessungen und Rohdichte) und ihrem Schwingungsverhalten äußerst kompliziert. Die mathematische Behandlung wird zusätzlich erschwert, weil auch die Art der Vermauerung (Vermörtelung und Putz) großen Einfluß auf

die akustischen Eigenschaften der Steine hat. Ein zuverlässiges Berechnungsverfahren für die Schalldämmung von Lochsteinwänden ist deshalb bislang nicht verfügbar. Im Fraunhofer-Institut für Bauphysik werden deshalb Verfahren zur schalltechnischen Klassifizierung von Lochsteinen und zur Abschätzung der Schalldämmung entwickelt. Wir berichten über den Stand der Arbeiten und erläutern Anwendungsbereich und Genauigkeit der vorhandenen Verfahren.

..... **P a u s e**

Mi. 10:40 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik II

Anwendung der Methode der SEA zur Untersuchung der hochfrequenten Schalltransmissionen am Cockpit eines Fahrzeugs

Leonardo Miranda Klaus Schaaf

Fahrzeugforschung - Akustik, Klimatisierung und Aerodynamik; Volkswagen AG

Das vibroakustische Verhalten eines Kfz-Cockpit ist wegen seiner Baukomplexität sehr schwer zu erfassen und zu bewerten. Methoden wie Modal- oder Transferpfad-Analyse sind auf Grund der großen modalen Dichte und der hochfrequenten Streuung der Geometrie nur begrenzt anzuwenden. Außerdem werden Schallbrücken, Leakages und Fügen des Cockpit bei der Optimierung der Schalltransmission in den Innenraum nicht berücksichtigt. In diese Beitrag wird mit Hilfe der SEA ein einfaches Modell eines eingebauten Cockpits dargestellt, das mit den benachbarten Subsystemen wie Stirnwand, Frontscheibe, Boden, und Innenraum Schallenergien austauschen kann. Im Zusammenhang mit Impedanzmessungen, Kopplungsverlustfaktoren, und experimentellen SEA-Parametern werden die Schallflüsse zwischen den Subsystemen untersucht. Die ersten Ergebnisse zum Vergleich zwischen Berechnung und experimenteller Validierung werden erläutert.

Mi. 11:05 Uhr Audimax IIFahrzeugakustik II

Gezielte Schallabsorption im Motorraum durch den Einsatz mikroperforierter Strukturen

D. Patsouras K. Pfaffelhuber

FAIST Automotive GmbH & Co. KG

Mit konventionellen Schallabsorbersystemen (Schäume, Vliese etc.) sind bei optimaler Auslegung in der Regel gute Schallabsorptionswerte erreichbar. Der Einsatz dieser Absorber im Motorenraum ist allerdings nur bedingt möglich: Zum Schutz vor Flüssigkeitsaufnahme und der damit verbundenen Gefahr der Brennbarkeit müssen sie mit einer Folie abgedeckt werden, was die Absorptionseigenschaften deutlich verschlechtert. Im Hochtemperaturbereich (Abgaskrümmen, Katalysator, Schalldämpfer) ist der Einsatz wegen der geringen Temperaturbeständigkeit gar nicht möglich. Darüber hinaus sind Schäume und Vliese Folien sehr häufig den Attacken von Mardern ausgesetzt. Als Alternative bieten sich mikroperforierte glatte Materialien an. Durch Mikroperforation von dünnen Platten oder Folien aus beliebigen Materialien (Metalle, Kunststoffe) kann eine gleichwertige und mitunter sogar bessere Schallabsorption erreicht werden, als sie von konventionellen Absorbern bekannt ist. So eröffnen sich mit den mikroperforierten Absorbersystemen vollkommen neue Perspektiven, vor allem im motornahen Bereich, wo wegen der hohen Temperatur- bzw. Medienbelastung in der Vergangenheit keine Schallabsorber eingesetzt werden konnten.

Mi. 11:30 Uhr Audimax IIFahrzeugakustik II

Charakterisierung von Fahrzeug-Innenraumverkleidungen im Frequenzbereich bis 500 Hz

P.J.G. van der Linden(1) W. Mahu(1), E. Brechlin(1), R. Di Sante(2), D. Storer(3)

(1)*LMS Engineering Services*, (2)*Universität von Ancona, Italien*, (3)*Centro Recherche Fiat, Italien*

Der akustische Gesamteindruck eines Fahrzeugs wird entscheidend durch die akustischen und mechanischen Eigenschaften der Innenraumverkleidungen bestimmt. Durch die Auswahl geeigneter Materialien können erhebliche Verbesserungen bei der Luftschalldämmung und -dämpfung als auch bei der Körperschalldämpfung erzielt werden. Das Verhalten dieser Materialien ist mittlerweile in mittleren und hohen Frequenzbereichen ausreichend gut verstanden und kann über geeignete Modelle, etwa auf der Grundlage statistischer Energiebetrachtungen, auch für numerische Vorhersagen verwendet werden. In tieferen

Frequenzbereichen, die typischerweise mit Hilfe von Finite Elemente Modellen, experimentellen Modal-Modellen und Übertragungsmatrizen beschrieben werden, verlieren diese Modelle jedoch oft ihre Gültigkeit.

Im Vortrag werden experimentelle und numerische Verfahren vorgestellt, die das akustische Verhalten von Innenraumverkleidungen im unteren Frequenzbereich bis etwa 500 Hz beschreiben. Dabei wird sowohl auf ihre mechanischen Eigenschaften (wie Materialsteifigkeiten, –massen und –dämpfungen) als auch auf ihre akustische Eigenschaften (Impedanzen, Schalldämmmaß) eingegangen.

Mi. 11:55 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik II

Wahrnehmungs- und Unterschiedsschwellen von Vibrationen auf einem Kraftfahrzeugsitz

Ingo Baumann, Michael Bellmann, Volker Mellert und Reinhard Weber
Akustik FB Physik, C. v. Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Zur Erhöhung des Sitzkomforts im Kraftfahrzeug sind Kenntnisse über die Wahrnehmung von Ganzkörper- sowie Sitzvibrationen auf dem Fahrzeugsitz nützlich. Bestehende Normen, wie z.B. die ISO 2631 1/2 [1997,1989], verwenden ausschließlich starre Sitze und sinusförmige Anregungen und beschreiben die Grundlagen der Wahrnehmung von Vibrationen in Gebäuden, wie etwa die Perzeptionsschwellen von Ganzkörpervibrationen. Hingegen existieren keine oder nur lückenhafte Angaben zur Vibrationswahrnehmung in Fahrzeugen.

Dieser Beitrag berichtet über Experimente zur Wahrnehmung von Sitzvibrationen im Fahrzeug: Gemessen werden Perzeptionsschwellen und gerade wahrnehmbare Amplitudenunterschiede (JNDL – Just Noticeable Differences in Level) auf einem Fahrzeugsitz eines Mittelklassefahrzeugs. Dieser Sitz ist auf einem “Sound and Vibration Reproduction System” im Labor montiert, und sinusförmige Signale im Frequenzbereich von 12.5 bis 100 Hz werden zur Anregung der Shaker verwendet. Im Vortrag werden die Ergebnisse der Schwellenmessungen für 10 Versuchspersonen dargestellt.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik II

Bestimmung und Komfortrelevanz der elastischen globalen Bewegungsformen von Kraftfahrzeugen im Fahrbetrieb

Dr. Markus Kosfelder

Volkswagen AG

Eine den Fahrkomfort prägende Einflußgröße ist das Schwingungsverhalten der Fahrzeuge im Bereich der niedrigen Frequenzen. Bei der Fahrt über unebene Straßen werden besonders im Frequenzbereich von ca. 1 Hz bis ca. 40 Hz komfortrelevante Schwingungen angeregt. Abgesehen von lokalen Resonanzen, wie z.B. der Lenksäulenresonanz, wird das Schwingungsverhalten der Fahrzeuge in diesem Frequenzbereich besonders durch Starrkörperschwingungen, Fahrwerksresonanzen und das elastische Verhalten der Karosserie geprägt.

Eine Aufgabe, die sich der Fahrzeugentwicklung zur Erzielung eines hohen Fahrkomforts stellt, ist die ausgewogene Abstimmung der einflußnehmenden Komponenten wie z.B. Fahrwerk und Karosserie.

Üblicherweise werden die im Fahrbetrieb auftretenden Schwingungen von Kraftfahrzeugen durch Messungen absoluter Bewegungsgrößen (Beschleunigung, Schnelle, Auslenkung) an verschiedenen, je nach Zielsetzung unterschiedlichen Messpunkten objektiviert. Bei dieser Vorgehensweise können zwar verschiedene Fahrzeuge miteinander verglichen werden, die Messdaten bestehen jedoch immer aus einer Überlagerung aller auftretenden Schwingungsformen. Dies erschwert die Interpretation der Daten erheblich.

Eine Messung des elastischen Verhaltens des Gesamtfahrzeugs erlaubt eine Trennung der im Fahrbetrieb auftretenden globalen Bewegungsformen. Im einzelnen werden Torsions-amplituden und Biegeamplituden für die Längs- und Querbiegung bestimmt.

Diese Vorgehensweise ermöglicht einen gezielten Vergleich des elastischen Verhaltens verschiedener Fahrzeuge bzw. eine Beeinflussung einzelner Bewegungsgrößen durch gezielte Aufbauveränderungen.

Außerdem kann dieses Verfahren als Werkzeug eingesetzt werden, um den Einfluß der einzelnen Bewegungsgrößen auf den Komforteindruck zu untersuchen. Die bisherigen Untersuchungen lassen vermuten, daß die Torsionsamplitude ein wichtiger Komfortparameter ist.

Mi. 13:35 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik II

Akustische Strukturoptimierung in der Karosserieakustik

Steffen Marburg Hans-Jürgen Hardtke

Institut für Festkörpermechanik, Technische Universität, 01062 Dresden

In den vergangenen Jahren wurden eine Reihe von Arbeiten zur akustischen Strukturoptimierung publiziert. Viele dieser Artikel wurden auf den Bereich der Karosserieakustik fokussiert. Meist wurden Schalendicken optimiert. Neben diesen Arbeiten zeigte sich vor allem die optimale Einstellung der Geometrie von Blechen als eine Ressource, um das Geräusch im Komfortbereich zu regeln. In diesem Vortrag sei anhand von Beispielen die Leistungsfähigkeit der Strukturoptimierung in der Karosserieakustik diskutiert und demonstriert.

Mi. 14:00 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik II

Akustische Optimierung blasgeformter Resonanzabsorber – eine Kombination von Prozeß- und Akustiksimulation

Christine Völker, Ulrike Thesing

illbruck Automotive Tech-Center GmbH

Der Einsatz von Motorkapseln ermöglicht die Einhaltung des vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Grenzwertes für das Außengeräusch von Personenkraftwagen. Üblicherweise bestehen dies Kapseln, die unterhalb des Motors positioniert sind, aus einen Trägerteil und einem dem Motor zugewandten Absorber; dieser wird zumeist aus Schaum gefertigt.

Vor mehr als einem Jahr wurden diese "klassischen" Motorkapseln durch ein neues Kapselsystem erweitert. Träger und Absorber werden aus einem Material und in einem Prozeßschritt hergestellt. Bei den Absorbern handelt es sich um blasgeformte Platten-Resonatoren in Form von "Kästchen".

Unser Entwicklungsziel war es, die Absorption der Resonatoren in Abhängigkeit von Resonator-Geometrien und Prozeß vorherzusagen, um - darauf aufbauend - die akustische Leistung zu optimieren. Da jegliche Geometrieänderung (z.B. Änderung der Höhe) einen direkten Einfluß auf das sich einstellende Wanddickenprofil hat, war es nötig, zwei Simulationswerkzeuge miteinander zu verknüpfen.

Zum einen die Blow-Simulation (Prozeß), die den Resonator in Abhängigkeit von Blasformprozeß, Werkzeug und Material beschreibt und als Resultat das Wanddickenprofil liefert, sowie die darauf basierende Akustik-Simulation, die die Absorption vorhersagt, wie sie bei einer entsprechenden Hallraum-Messung ermittelt werden würde.

Eine besondere Herausforderung war die fach- und firmenübergreifende Projektarbeit, in der sich die Theorie nutzbringend für die Praxis anwenden ließ. Mithilfe der Simulationstools wurden bisher sowohl Optimierung der schon bestehenden Resonanzabsorber durchgeführt, als auch deren Wirkungsbereich zu höheren Frequenzen hin erweitert.

Nach einer kurzen Vorstellung des Blasformprozesses, werden die einzelnen Entwicklungs- und Simulationsschritte im Vergleich zu experimentellen Ergebnissen vorgestellt.

..... **P a u s e**

Mi. 10:40 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher I

Zur Wahrnehmbarkeit von Modulationsverzerrungen

Gerhard Krump

Harman/Becker Automotive Systems GmbH, Schlesische Str. 15, D-94315 Straubing

Infolge der zunehmend leistungsfähigeren Verstärkerelektronik und der stets abnehmenden Lautsprechergröße werden immer höhere Ansprüche an das Großsignalverhalten eines Lautsprechers gestellt. Durch die großen Auslenkungen wird der Lautsprecher vielfach im stark nicht-linearen Bereich betrieben, so daß ohne elektronische Korrektur mit entsprechenden Verzerrungen zu rechnen ist. Modulationsverzerrungen charakterisieren hierbei das Übertragungssystem im Vergleich zu harmonischen Verzerrungen breitbandiger und sind aufgrund ihrer höheren Amplitude und ihrer inharmonischen Verzerrungsprodukte wesentlich kritischer, wobei hauptsächlich die Differenzprodukte störend wirken, da sie vom Gehör kaum maskiert werden und daher relativ gut wahrnehmbar sind. In der vorliegenden Untersuchung werden die typischen quadratischen und kubischen Modulationsverzerrungen für die häufigsten Fehlerbilder eines Lautsprechers wie z.B. unsymmetrischen Spulensitz oder unterschiedliches positives und negatives Auslenkverhalten dargestellt und diskutiert. In Hörversuchen werden die entsprechenden Wahrnehmungsschwellen bei verschiedenen Darbietungsepegeln und Frequenzen ermittelt. Die gefundenen Hörschwellen werden mit Literaturdaten sowie Prognosen mit Hilfe der zugehörigen Mithörschwellenmuster verglichen.

Mi. 11:05 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher I

Auralisation – Subjektive Bewertung von Lautsprecherverzerrungen

W. Klippel

Klippel GmbH, Aussiger Str. 3, 01277 Dresden, Germany

Elektrodynamische Lautsprecher produzieren bei größeren Signalamplituden erhebliche Verzerrungen im abgestrahlten Schall. In den vergangenen Jahren wurden erhebliche Fortschritte bei der physikalischen Modellierung dieser nichtlinearen Vorgänge, der Identifikation der freien Modellparameter, der Vorausberechnung und aktiven Kompensation der Verzerrungen erzielt. All diese objektiven Untersuchungen beantworten jedoch nicht die Frage nach der subjektive Wahrnehmbarkeit dieser Verzerrungen in realen Audiosignalen und den durch den Hörer empfundenen Verlust an Klangqualität. Für systematische Hörversuche, die unerlässlich für die Optimierung von Lautsprechern sind, wird ein neues Simulationswerkzeug vorgestellt, das das Großsignalverhalten des Lautsprechers bei der Übertragung beliebiger Audiosignale in einem digitalen Signalprozessor in Echtzeit berechnet und die Verzerrungen der einzelnen Nichtlinearitäten hörbar macht.

Mi. 11:30 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher I

Numerische Analyse und Computeroptimierung von elektrodynamischen Lautsprechern

M. Rausch M. Kaltenbacher, L. Kreitmeier*, G. Krump*, H. Landes, R. Lerch

*Lehrstuhl für Sensorik, Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland. * Harman/Becker Automotive Systems GmbH., Straubing, Deutschland*

In dieser Arbeit wird die Anwendbarkeit eines numerischen Verfahrens für die computerunterstützte Entwicklung von elektrodynamischen Lautsprechern unter Beweis gestellt. Die partiellen Differentialgleichungen, welche das magnetische, mechanische und akustische Feld samt den Kopplungen beschreiben, werden mit Hilfe einer Finiten-Elemente-Methode (FEM) gelöst. Im weiteren werden die magnetischen Nichtlinearitäten aufgrund örtlicher Magnetfeldinhomogenitäten durch Anwendung einer sog. Moving Material Methode sowie die mechanischen Nichtlinearitäten infolge großer Verformungen und nichtlinearer Materialeigenschaften berücksichtigt. Für eine benutzerfreundliche computerunterstützte Entwicklung wurde das Software-System zu einem vollständigen CAE-Arbeitsplatz für elektrodynamische Lautsprecher ausgebaut. Dieses System beinhaltet Module für das Pre- und

Post-Processing sowie Module für die automatische Parameteroptimierung.

Im Rahmen der Computersimulationen werden zunächst die nichtlinearen Kraft-Weg-Kennlinien der Membranaufhängungen durch einen Vergleich mit der Messung verifiziert. In einem zweiten Computermode'll werden die von den Spulenströmen hervorgerufenen elektromagnetischen Lorentzkräfte samt der daraus resultierenden Membranauslenkungen sowie der Schalldruck in der Umgebung der Membran in einem Rechenschritt rechnerisch erfasst, wobei eine gute Übereinstimmung zwischen gemessenen und simulierten Klein- und Großsignalverläufen erzielt werden konnte. Die Effizienz der computerunterstützten Entwicklung von elektrodynamischen Lautsprechern wird anhand zweier praktischer Anwendungsbeispiele belegt. Einerseits konnten Einbrüche im Frequenzgang des Schalldruckverlaufes durch Designveränderungen an der Membranrandeinspannung eliminiert werden, andererseits werden die Einflüsse der einzelnen nichtlinearen Effekte auf das Lautsprecherverhalten erforscht und die Klirrfaktoren durch Parameteränderungen an der Membranaufhängung und am Magnetsystem reduziert.

Durch Anwendung dieses Verfahrens lässt sich somit eine Parameteroptimierung von elektrodynamischen Lautsprechern bei einer minimalen Anzahl an tatsächlich aufgebauten Prototypen erreichen, wodurch sowohl die Entwicklungszeit als auch die Entwicklungskosten drastisch reduziert werden.

Mi. 11:55 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher I

Anwendung der BE Methode auf die Schallfeldberechnung von rotationssymmetrischen Membranformen

Joerg Panzer

NXT - New Transducers Ltd.

Im Vortrag wird die Anwendung der Boundary Element Methode (BEM) auf die Schallfeldberechnung von rotationssymmetrischen Membranformen demonstriert. Zur Lösung des Abstrahlproblems konvexer Formen in der unendlichen Schallwand werden zwei Schallfelder gekoppelt und mit Hilfe der BEM berechnet. Den Schwerpunkt bilden konus- und kalottenförmige Membranen in unendlicher Schallwand. Weitere akustische Elemente, wie Schalltrichter, Druckkammer und Diffusor können in die Berechnung mit einbezogen werden. Abgeleitet werden die Darstellungen der Richtcharakteristik, der Strahlungsimpedanz und des Schalldrucks im Nahfeld.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher I

Beschreibung der Schnittstelle Horntreiber - Horn mit Hilfe von Vierpol-Parametern.Gottfried K. Behler, Michael Makarski*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Die Simulation des Übertragungsverhaltens von Lautsprechersystemen und darauf aufbauend der systematische Entwurf von Lautsprechern beruht im wesentlichen auf der Modellierung des Kleinsignalverhaltens mit Hilfe von Ersatzschaltbildern. Diese Methode ist im Bereich der Tieftongehäusesimulation auch problemlos und mit großer Sicherheit anwendbar. Schon für direkt abstrahlende Wandler (wie z.B. Konuslautsprecher oder Kalotten) versagen diese Modelle, da sie wesentliche Parameter der Schallabstrahlung nicht oder nur auf extrem aufwendige Weise nachbilden können. Eine andere Methode der Systembeschreibung wird mit Hilfe von Vierpolen erreicht, die das Übertragungsverhalten einer im Detail unbekanntem Einheit zwischen Eingang zu Ausgang oder umgekehrt unter bestimmten Randbedingungen leisten können. Diese Betrachtungsweise wird z.B. für Mikrofone oder auch US-Wandler gerne verwendet. In dieser Arbeit wurde untersucht, ob es möglich ist, eine Vierpolbeschreibung mit hinreichender Genauigkeit und Allgemeingültigkeit für die im Beschallungsbereich stark verbreiteten Hornsysteme einzusetzen. Hierbei wurde insbesondere nach einer definierten Schnittstellenbeschreibung zwischen dem Wandlersystem (Horntreiber) und dem angeschlossenen akustischen Anpassungsglied (Horn) gesucht, wodurch diese vorhandene mechanische Schnittstelle auch für die Modellbildung während der Entwurfsphase zu Verfügung stünde. Es werden die zur Vierpolbeschreibung dieser Klasse von Wandlern angestellten Überlegungen dargestellt und die mit der Modellbildung verbundenen Vereinfachungen und Randbedingungen diskutiert.

Mi. 13:35 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher I

Meßtechnische Bestimmung der Vierpolparameter von elektroakustischen SystemenMichael Makarski Gottfried K. Behler*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Die Verallgemeinerung der Beschreibung von Schnittstellen zwischen akustischen und elektrischen Komponenten einer Übertragungskette kann anhand von Vierpolen erfolgen. Dabei ist es unwesentlich, wie der Vierpol im Inneren aufgebaut ist, da durch die parametrische Beschreibung eine vollständige Abstraktion erreicht wird. Voraussetzung

ist zum einen, daß es sich um ein LTI-System handelt und eine eindeutige Festlegung der 'Klemmen' vorliegen muß. Die meßtechnische Untersuchung elektroakustischer Wandler wird zumeist von der elektrischen Seite aus durchgeführt. Hierbei wird nur die gerade vorliegende, im Detail unbekannte akustische Belastung des Treibers berücksichtigt. Durch die Vierpolbeschreibung ist es möglich, Rückwirkungen zwischen Eingang und Ausgang vollständig zu erfassen. Zur vollständigen Bestimmung der Vierpolparameter sind daher entweder direkte Messungen der akustischen Impedanz erforderlich oder es müssen zumindest zwei bekannte akustische Lastimpedanzen vorliegen. Weiterhin ist es auf der akustischen Seite eines Wandlers insbesondere am Ausgang eines Hornes nicht selbstverständlich, einen eindeutigen Anschluß an das Schallfeld zu finden, da die Schnittstelle räumlich ausgedehnt ist. Neben der Beschreibung der Meßmethode zur Bestimmung der Vierpolparameter werden exemplarische Messungen an einigen Horntreibern und Hörnern vorgestellt.

Mi. 14:00 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher I

Theoretische und praktische Aspekte für den Entwurf von Dipol-lautsprechern

Charalampos Ferekidis

New Transducer Ltd.

Schallwandler, die nach dem Dipolprinzip arbeiten besitzen immer noch Exotenstatus. Dabei vereint diese Bauform eine Reihe von Vorteilen gegenüber herkömmlichen Lautsprechern. Ziel des Vortrags ist es daher, sowohl die theoretischen Grundlagen von Dipolwandlern zu erläutern, als auch praktische, für den Entwurf relevante, Aspekte vorzustellen. Ausgehend vom Model zweier gegenphasig pulsierender Punktstrahler werden die Abstrahleigenschaften von Dipolwandlern hergeleitet. Anhand von Messungen werden die praktische Grenzen des Models erläutert und Richtlinien für den Entwurf diskutiert. Abschließend werden die Erfahrungen mit diffusen Dipol-Schallquellen geschildert.

..... **P a u s e**

Mi. 10:40 Uhr ES38, Raum 018

Schienenfahrzeuge

**Europäischer Lärmkataster im Rahmen des Projekt STAIRRS
(EU-Projekt zur Reduktion von Eisenbahnlärm)**M. T. Kalivoda H. Schwaiger*psiA-Consult*

Aufgrund der Vielzahl von Möglichkeiten für mittel- und langfristige Strategien zur Reduktion des Eisenbahnlärms sowie ihrer unterschiedlichen Kosteneffektivität ist eine Entscheidungsfindung sehr schwierig. STAIRRS (Strategies and Tools to Assess and Implement noise Reducing measures for Railway Systems) ist ein Forschungsprojekt der Europäischen Kommission zur einheitlichen Bewertung und Verringerung von Eisenbahnlärm. In Arbeitspaket 1 wird ein PC-Programm mit Datenbank entwickelt, um eine Kosten-Nutzen-Analyse für verschiedene Lärmschutzmaßnahmen für Gesamt-Europa durchzuführen. Dabei werden für insgesamt 7 Länder Lärmkataster für verschiedene Lärmminde- rungsszenarien, wie zum Beispiel Lärmschutzwände, Verbesserungen am Wagenmaterial, Verbesserungen am Fahrweg, Gleisrauhigkeit,.. berechnet. Dazu wird eine Datenbank mit allen notwendigen nationalen Eingangsdaten, bestehend aus Geographischen Karten, Verkehrsdaten, Lärmtechnischen Daten, zusammengestellt. Als Ergebnis erhält man dann folgende Größen: Reduktion der Lärmbelästigung (Nutzen), Öko- nomische Darstellung (Kosten), Vergleich länderspezifischer Lösungen, Bestimmen der Güterkapazität in der Nacht und anderes. Des weiteren wird ein Optimierungs-Tool entwickelt das je nach Fragestellung die "günstigste" Variante liefert.

Mi. 11:05 Uhr ES38, Raum 018

Schienenfahrzeuge

**Weiterentwicklung der Prognoseverfahren der Verkehrslärm-
schutzverordnung (16. BImSchV) - Grundwerte für Oberbauarten
Schiene**Dr.-Ing. Wolf Maire Dr.-Ing. Ulrich Lehmann*Bonk-Maire-Hoppmann GbR Garbsen/Berlin*

Zur Erhebung der Schallemissionen von Bahnstrecken verschiedener Oberbauart wurden schalltechnische Messungen durchgeführt. Es handelte sich um Streckenabschnitte mit Betonschwellengleis im Schotterbett, für die das Verfahren "Besonders überwachtes Gleis" (BüG) fest- gesetzt war, sowie um Streckenabschnitte der Festen Fahrbahn, absor- bierend und nicht absorbierend. Die gemessenen Mittelungspegel wur- den auf einen fahrbahnspezifischen Basiswert umgerechnet, der mit den Vorgaben der 16.BImSchV verglichen werden kann. Die Messergeb- nisse 1999 lassen für die BüG-Abschnitte übereinstimmend erkennen,

dass die Schwelle zur Durchführung der Gleispflege erreicht war. An zwei Messorten in Brandenburg zeigten die Messergebnisse 2000 eine Verbesserung von durchschnittlich 2,2 dB(A), an drei Messorten in Niedersachsen keine signifikante Verbesserung. Die Vergleichswerte für die Feste Fahrbahn wurden im wesentlichen unterschritten (ausgenommen Güterverkehr). Zwischen den Jahren 1999 und 2000 wurde aber eine Zunahme der Basiswerte von im Mittel 1.3 dB(A) festgestellt.

Mi. 11:30 Uhr ES38, Raum 018

Schienenfahrzeuge

Neuere Erkenntnisse bei der Berechnung und Beurteilung von Schallimmissionen an Schienenwegen

Dr.-Ing. Wolf Maire

Bonk-Maire-Hoppmann GbR Garbsen/Berlin

Es wird aufgezeigt, dass die bei der Berechnung von Schienenverkehrslärmimmissionen anzuwendenden "Richtlinien zur Berechnung von Schallimmissionen an Schienenwegen - Schall03" zum Teil zu Ergebnissen führen, die nicht der physikalischen Wirklichkeit entsprechen (z.B. Grundwert, Behandlung von Reflexionen, Grundwerte für Fahrbahnen, Fahrzeugarten, Brücken usw.) Weiterhin werden grundsätzliche neue Urteile höherer Gerichte (speziell Bundesverwaltungsgericht) für die Beurteilung von Ansprüchen aus Schallimmissionen bei Neu- und Ausbaustrecken der Bahn als Auslegung der Verkehrslärmschutzverordnung - 16.BImSchV vorgestellt und kommentiert

Mi. 11:55 Uhr ES38, Raum 018

Schienenfahrzeuge

Akustischer Schliff der Fahrfläche von Eisenbahnschienen

H.-J. Giesler

Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin

Die Fahrflächen von Eisenbahnschienen werden durch den Fahrbetrieb im Laufe der Jahre unebener, im Wesentlichen bilden sich Riffeln. Daher werden die Schienen in erster Linie zur Erhaltung der Fahrsicherheit im Gebiet der Deutschen Bahn im Durchschnitt alle 6 bis 8 Jahre geschliffen (sogenannter "Oberbauschliff"). Um ein niedrige Geräuschniveau bei dem "besonders überwachten Gleis" erreichen zu können, wird seit 1997 der sogenannte "akustische Schliff" angewendet, der eine besonders glatte Schienenfahrfläche herstellen soll.

Die Geräuschemission unterschiedlicher Zugarten ist bei Vorbeifahrten auf einer Anzahl von akustisch geschliffenen Gleisen messtechnisch ermittelt worden. Für diese Messkampagne wurden Gleisabschnitte ausgewählt, die im Laufe des Jahres 2000 geschliffen worden sind. Die Auswertung der Messergebnisse soll Aufschluss darüber geben, ob das

für das "besonders überwachtetes Gleis" geforderte Geräuschniveau erreicht wurde und das auf Teststrecken ermittelte Ergebnis, das zur Festlegung des Schleifarbeitsablaufes und der Eingriffsschwelle für einen erneuten akustischen Schliff führte, bestätigt werden kann. Darüber hinaus wird das Messergebnis von Vorbeifahrten auf akustisch geschliffenen Gleisen dem auf oberbaugeschliffenen Gleisen gegenübergestellt.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr ES38, Raum 018

Schienenfahrzeuge

Geräuschkinderungsmaßnahmen bei der Hamburger U-Bahn

Dipl.-Ing. Günter Witte

Hamburger Hochbahn AG

Die Hamburger U-Bahn hat bereits vor 35 Jahren wirksame Maßnahmen zur Reduzierung der Geräusentwicklung der U-Bahnfahrzeuge – insbesondere des Kreischens in engen Gleisbögen – durchgeführt. Seitdem wurden die eingesetzten Verfahren zur Senkung der Außen- und Innengeräusche der Fahrzeuge ständig verbessert. Das neue Hamburger U-Bahn-Fahrzeug vom Typ DT4 zählt zu den leisesten Nahverkehrsschienenfahrzeugen Deutschlands. Neben der Erläuterung von fahrzeugtechnischen Geräuschkinderungsmaßnahmen wird auch auf die aktuelle akustische Problematik der modernen Leistungselektronik der Fahr- und Bremssteuerung für die Nahverkehrsschienenfahrzeuge eingegangen.

Mi. 13:35 Uhr ES38, Raum 018

Schienenfahrzeuge

Maßnahmen zur Minderung von Immissionen bei Weichenanlagen von Stadtbahnen

U. Lenz

Ing.-Büro D. Uderstädt + Partner GbR, Essen

Stadt- und Straßenbahnen erzeugen beim Befahren von Gleisanlagen Schwingungs- und Schallimmissionen, die zum Teil in der Nachbarschaft als erheblich belästigend angesehen werden. Insbesondere Anwohner in der Nähe von Gleiswechsell, -kreuzen und ähnlichen Anlagen fühlen sich besonders häufig gestört. Das Befahren derartiger Anlagen führt im Vergleich zum Normalgleis zu erhöhten Immissionen. Ursache hierfür sind die Herzstücklücken der Weichen und Kreuzungen, die eine Störstelle im Gleis darstellen. Durch unterschiedliche Maßnahmen am Gleisoberbau kann dieser Immissionserhöhung entgegen gewirkt werden. Unterschiedliche Maßnahmen wie z. B. bewegliche Herzstücke, Masse-Feder-Systeme oder elastische Schienenlager wurden bereits mit Erfolg eingebaut. Messungen vor und nach Einbau der Systeme bestätigen die gute immissionsmindernde Wirkung.

Mi. 14:00 Uhr ES38, Raum 018

Schienenfahrzeuge

Lärmsanierung der Eisenbahnen in der Schweiz

Fredy Fischer

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Abteilung Lärmbekämpfung; Ch-3003 Bern

Gesetzliche Grundlage für die Begrenzung der Lärmimmissionen bilden das Umweltschutzgesetz (USG) und die Lärmschutz-Verordnung (LSV) als dessen Ausführungsbestimmung. Aufgrund dieser Vorschriften sind bestehende Anlagen zwingend zu sanieren, sofern sie erheblich störende Lärmimmissionen verursachen. Damit soll die Bevölkerung vor schädlichen und lästigen Lärmimmissionen geschützt werden. Rund 265'000 Personen in der Schweiz sind übermässigem Eisenbahnlärm ausgesetzt. Zu ihrem Schutz soll bis ins Jahr 2015 auf Kosten des Bundes ein umfassendes Konzept zur Lärmreduktion realisiert werden. Geplant sind folgende Massnahmen:

– Rollmaterial: Zurzeit zeichnet sich als Lösung der Ersatz der Grauguss- Bremsklötze durch Kunststoff- Bremsklötze und der heute eingesetzten Räder durch sogenannte eigenspannungsarme Monoblochräder ab.

– Bauliche Massnahmen: Hier steht die Realisierung von Lärmschutzwänden im Vordergrund. Es ist vorgesehen, deren Höhe in der Regel auf 2 Meter ab der Schienenoberkante zu begrenzen. Beim Vorliegen besonderer Umstände soll diese Regelwandhöhe auf maximal 4 Meter erhöht werden können. Das Kosten-Nutzen Verhältnis ist mit einem speziell dazu entwickelten Index zu überprüfen. Zur Festsetzung der Dringlichkeit von baulichen Massnahmen wird das gesamte Streckennetz in Realisierungseinheiten aufgeteilt. Für jede dieser Einheiten erfolgt eine Berechnung der spezifischen Lärmbetroffenheit, woraus sich eine objektivierte Sanierungsdringlichkeit ergibt.

Das Sanierungskonzept sieht vor, bei Abschluss der Arbeiten (2015) mindestens zwei Drittel der betroffenen Bevölkerung durch Massnahmen ausserhalb der Gebäude zu schützen. Der verbleibende Anteil ungenügend oder nicht geschützter Personen soll durch den Einbau von Schallschutzfenstern geschützt werden können.

Ende der Sitzung

Mi. 10:40 Uhr ES40, Raum 0007 Sprache: Hörgeräte, KFZ

Vergleich von Störreduktionsverfahren für Hörgeräte

Volkmar Hamacher Eghart Fischer

Siemens Audiologische Technik GmbH, Gebbert Str. 125, 91058 Erlangen

Das Sprachverstehen in störschallerfüllter Umgebung ist eines der am häufigsten genannten Probleme von Schwerhörigen. Somit sollte die Rehabilitation mit Hörgeräten nicht nur die individuelle Kompensation des Hörverlustes sondern auch die Reduktion von Störgeräuschen umfassen. Moderne digitale Hörgeräte haben inzwischen einen Entwicklungsstand erreicht, der neben den etablierten konventionellen Richtmikrofonen die Realisierung komplexer Störreduktionsalgorithmen gestattet. Diese Algorithmen unterscheiden sich sowohl in der Anzahl benötigter Mikrofone und deren Anordnung, als auch in den Annahmen, die bezüglich der Hörsituation getroffen werden, wie beispielsweise die Eigenschaften des Störschallfeldes, die Störsignalstatistik und die Position der Nutzschaallquelle. Folglich kann ein Vergleich dieser Verfahren nur aussagekräftig sein, wenn er auf mehreren unterschiedlichen alltagsrelevanten Hörsituationen beruht und sich einer einheitlichen Datenbasis bedient.

In diesem Beitrag werden verschiedene Störreduktionsalgorithmen mit ein und zwei Mikrofonen vorgestellt und einem systematischen Vergleich unterzogen. Der Vergleich erfolgt anhand geeigneter objektiver Kriterien. Als Datenbasis dienen in verschiedenen Hörsituationen aufgezeichnete kunstkopfbezogene Hörgerätemikrofonensignale. Von besonderem Interesse ist die Frage, welche Verbesserungen mit den Mehrmikrofonansätzen gegenüber den Einmikrofonverfahren erzielbar sind. Darüberhinaus werden Kombinationsmöglichkeiten der verschiedenen Algorithmen diskutiert.

Mi. 11:05 Uhr ES40, Raum 0007 Sprache: Hörgeräte, KFZ

Mehrkanalige Sprachsignalerfassung im Kraftfahrzeug

Kilian Tontch Gordon Seitz, Klaus Schaaf

Volkswagen AG, Elektronik Forschung

Telefonfreisprecheinrichtungen im Kraftfahrzeug werden zur Zeit mit Einzelmikrofonen betrieben. In Zukunft wird eine bessere Sprachsignalqualität und -verständlichkeit auch bei widrigen Störgeräuschsituationen erforderlich werden. Hierfür eignen sich mehrdimensionale mehrkanalige Mikrofonanordnungen in besonderer Weise. Es wird über

Untersuchungen verschiedener Mikrofonanordnungen in unterschiedlichen Fahrzeugklassen unter ausschließlich realen Fahrsituationen berichtet. Notwendige Ortungsergebnisse und darauf aufbauende Beamformingverfahren werden präsentiert und die verbesserten Sprachsignale werden zu Gehör gebracht.

Mi. 11:30 Uhr ES40, Raum 0007 Sprache: Hörgeräte, KFZ

Filterbänke für Hörgeräte-Anwendungen - Unterabtastung und Aliasing

Uwe Raß Bernd Beimel

Siemens Audiologische Technik GmbH

Moderne Störgeräusch-Reduktionsverfahren für Hörgeräte arbeiten effizienter, wenn die Mikrofon-signale mit hoher Frequenzauflösung analysiert werden. Die Bandbreite der Frequenzkanäle sollte sich dabei an den effektiven auditorischen Filtern des Gehörs orientieren. Um Probleme mit synchronem Lippenlesen oder Echos durch Direktschallanteile zu vermeiden, sollte die Signalverzögerung so gering wie möglich, jedenfalls kleiner als 20 ms sein. Eine weitere erhebliche Restriktion des Filterbank-Designs stellt die benötigte Rechenleistung und Chip-Fläche dar.

Durch modernste Chip-Technologien lassen sich nun hochauflösende Filterbänke, die diesen Anforderungen genügen, in Hörgeräten realisieren. Die geringe Bandbreite der einzelnen Frequenzkanäle erlaubt eine Reduktion der Abtastfrequenz. Dadurch verringert sich die benötigte Rechenleistung zur Berechnung der Störgeräusch-Reduktionsalgorithmen mit dem Faktor der Unterabtastung. Es sind damit Verfahren hoher Komplexität realisierbar.

Die Signalverarbeitung mit verschiedenen Abtastfrequenzen in einem realen System erzeugt Signalverzerrungen. Diese so genannten Aliasing-Komponenten entstehen z.B. durch endliche Flankensteilheiten der Filter oder durch begrenzte Wortlängen. Sie können für ein gegebenes Filterbanksystem durch entsprechende Auslegung und Maßnahmen so minimiert werden, dass sie nicht mehr störend wirken oder sogar unhörbar werden.

In diesem Beitrag werden Aliasing-Verzerrungen einer FFT-basierten Filterbank und einer Multiraten-Filterbank verglichen und hinsichtlich der Anwendung in Hörgeräten bewertet. Filterbänke auf Basis einer FFT-Transformation haben den Vorteil, dass sie mit relativ geringem Rechenaufwand realisiert werden können. Die berechneten Frequenzkanäle besitzen konstante Bandbreite und können durch geeignete Zusammenfassung den auditorischen Filtern angepasst werden.

Multiraten-Filterbänke besitzen den Vorteil einer kürzeren Signalverzögerung, allerdings bei erhöhtem Rechenaufwand.

Mi. 11:55 Uhr ES40, Raum 0007 Sprache: Hörgeräte, KFZ

Aktive Störgeräuschbefreiung für Freisprecheinrichtungen in Kfz

G. Feneberg R. Schirmacher, C. Zerbs

Müller-BBM GmbH, Planegg bei München

Vom deutschen Gesetzgeber wird für Fahrer von Kraftfahrzeugen ein Verbot des Betriebs von Mobiltelefonen "am Ohr" während der Fahrt angestrebt. Allerdings ist die Sprachverständlichkeit beim Einsatz von Freisprecheinrichtungen oft nicht zufriedenstellend. In diesem Beitrag wird ein Verfahren zur Störgeräuschunterdrückung und damit zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit bei motordominierten Fahrzeuginnengeräuschen vorgestellt.

Das Schallfeld im Fahrzeuginnenraum besitzt bis zu einer Frequenz von etwa 1 kHz eine ausgeprägte Modenstruktur. Das Innengeräusch wird hier typisch von ganz- und halbzahligen Motorordnungen dominiert. Da kein statistisches Schallfeld vorliegt, ist für diesen Frequenzbereich eine korrelationsbasierende Störgeräuschunterdrückung nicht möglich. Einen Ausweg bietet die aktive Kompensation drehzahlabhängiger Störgeräuschkomponenten mit Verfahren, wie sie bereits zur aktiven Störgeräuschbefreiung im Fahrzeuginnenraum eingesetzt werden.

Im Vergleich zur akustischen Störgeräuschbefreiung, die ja möglichst global im gesamten Innenraum wirksam sein soll, ist die hier zu lösende Aufgabe jedoch wesentlich einfacher. Es treten keine elektroakustischen Übertragungsstrecken auf und es sind nur einzelne Mikrofon-signale zu bearbeiten. Damit sind echtzeitfähige Lösungen geringer numerischer Komplexität bis in den kHz-Bereich realisierbar. Weiterhin zielt das vorgestellte Verfahren ausschließlich auf drehzahlabhängige Störgeräusche und ist daher mit beliebigen anderen Verfahren wie z.B. mehrkanaligen, korrelationsbasierenden Ansätzen für höhere Frequenzen kombinierbar.

Im Beitrag werden das Verfahren zur drehzahlgesteuerten Störgeräuschbefreiung vorgestellt und der verwendete Algorithmus skizziert. Verschiedene Anwendungen werden aufgezeigt und durch Ergebnisse und Beispiele ergänzt.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr ES40, Raum 0007 Sprache: Hörgeräte, KFZ

Nützlichkeit und Akzeptanz einer automatischen Programmwahl in Hörgeräten

Michael Bächler Norbert Dillier, Volker Kühnel, Stefan Launer

Universitätsspital Zürich, CH-8091 Zürich / Phonak AG, CH-8712 Stäfa

In modernen Hörgeräten wird die Wahl des optimalen Programms auch durch die aktuelle akustische Umgebung bestimmt. Dabei schaltet das Hörgerät in Abhängigkeit der akustischen Situation (z.B. Ruhe, Lärm, Musik) automatisch zwischen verschiedenen Programmen um. Die Nützlichkeit und Akzeptanz einer automatischen Programmwahl aus der Sicht der Hörgeräteträger wurde untersucht. Die Probanden wurden mit einem modernen digitalen Hörgerät versorgt, das automatisch erkennt, ob eine ruhige oder eine geräuschvolle Hörumgebung herrscht, und zwischen zwei Programmen hin und her schaltet. Nachdem die Probanden die Hörgeräte einige Zeit im Alltag getragen hatten, wurden ihre Erfahrungen mit der automatischen Programmwahl mit Hilfe eines Fragebogens erfasst. Von Interesse war dabei insbesondere, wie die Umschalthäufigkeit beurteilt wird, ob die Programmwahl immer richtig scheint, und ganz allgemein wie nützlich eine automatische Programmwahl ist. Die Auswertung des Fragebogens zeigt, dass rund 75 % der Probanden eine automatische Programmwahl als nützlich betrachten. Die Umschalthäufigkeit wird jedoch sehr unterschiedlich beurteilt, was ein individuelles Anpassen dieses Parameters wünschenswert macht. Auch die Erwartungen an das Verhalten des Hörgerätes in der Situation "mehrere Sprecher im Störlärm" sind individuell unterschiedlich: Während die einen Probanden in dieser Situation lieber ein eingeschränktes Hörfeld (Richtmikrofon) schätzen, bevorzugen die andern ein offenes Hörfeld, um Sprecher aus verschiedenen Richtungen hören zu können. Gesamthaft gesehen sind die meisten Probanden mit der automatischen Programmwahl zufrieden.

Mi. 13:35 Uhr ES40, Raum 0007 Sprache: Hörgeräte, KFZ

Störgeräuschbefreiung von Sprachsignalen mit Stimmhaft-/stimmlos-Unterscheidung

J. Schultz(1) D. Ronneberger(2), K. Kroschel(3),

(1)Fahrzeugforschung, Volkswagen AG, (2)Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen, (3)Institut für Nachrichtentechnik, Universität Karlsruhe

Algorithmen zur Störgeräuschbefreiung von Sprachsignalen werden im Kraftfahrzeug im Zusammenhang mit Spracherkennern, Freisprechtelefonen und Systemen zur verbesserten Kommunikation zwischen vorderen und hinteren Passagieren („Digital Voice Enhancement“, DAGA'99) eingesetzt. Signalunterraum-Verfahren sind ein möglicher Ansatz zur Störgeräuschbefreiung von Sprachsignalen. Die Grundannahme besteht darin, daß weißes Rauschen kein korreliertes Signal darstellt, während Sprache eine starke Korrelation aufweist. Diese Grundannahme trifft jedoch für Zischlaute nur eingeschränkt zu. Das Signalunterraum-Verfahren wird erläutert und es wird eine Erweiterung vorgestellt, die es ermöglicht, stimmhafte und stimmlose Sprachanteile zu erkennen. Damit wird es möglich, diese Fälle getrennt zu behandeln.

Ende der Sitzung

Mi. 14:00 Uhr ES40, Raum 0007 elektromech. Analogie

Verallgemeinerte Netzwerke: Erweiterung der elektromechanischen Analogie zur Behandlung dreidimensionaler Schwingungen

Hudde, Herbert

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Die elektromechanische Analogie liefert die Möglichkeit, einfache schwingungsfähige Systeme, die nur konzentrierte Elemente enthalten, mit Netzwerken zu beschreiben, die dieselbe Struktur wie elektrische Netzwerke haben. Damit wird insbesondere elektrotechnisch vorgebildeten Anwendern ein Hilfsmittel an die Hand gegeben, das Berechnungen mit gut systematisierten Methoden ermöglicht. Die Analogie unterliegt jedoch einer wesentlichen Einschränkung: An jedem im Netzwerk durch ein Tor beschriebenen Punkt des mechanischen Systems hat die Schwingung nur einen einzigen Freiheitsgrad. Sie ist also entweder rein translatorisch oder rein rotatorisch. Es können zwar translatorische und rotatorische Schwingungen in einem einzigen Netzwerk gemeinsam auftreten (mit geeigneten Übergangselementen), an jedem einzelnen Punkt muss die Bewegung aber „rein“ sein. In den verallgemeinerten Netzwerken wird diese Einschränkung überwunden. An jedem Tor tritt nun eine verallgemeinerte Kraft und Schnelle auf. Die verallgemeinerte Kraft ist ein Vektor, der die drei Komponenten der Kraft und die drei Komponenten des Moments enthält. Die verallgemeinerte Schnelle setzt sich zusammen aus den jeweils drei Komponenten der translatorischen und rotatorischen Schnelle. Statt der drei skalaren Elemente Nachgiebigkeit, Masse und Verlustwiderstand treten in verallgemeinerten Netzwerken 6×6 -Matrizen auf, auch für Impedanzen. Die bei elektrischen Netzwerken verwendeten Kettenmatrizen lassen sich in

12x12-Transfer-Matrizen überführen, die sich aus vier 6x6-Untermatrizen zusammensetzen. Für reziproke Systeme sind die Untermatrizen in mehrfacher Weise untereinander verkoppelt.

Mi. 10:40 Uhr ES40, Raum 0008

Strömung

Über offene Probleme der Aeroakustik

Peter Költzsch

Technische Universität Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Die wissenschaftlichen Entwicklungen im Fachgebiet Aeroakustik haben in den letzten Jahrzehnten einen erheblichen Erkenntnisfortschritt gebracht, und zwar auf dem Gebiet der Theorie, der physikalischen Modellierung, in der analytischen und numerischen Akustik sowie in der Messtechnik und bei den experimentellen Untersuchungen. Bei zahlreichen Strömungslärmquellen wurden die Quellstärke und die Schallabstrahlung beträchtlich vermindert, so z. B. beim Strahlärm von Flugzeugtriebwerken. Diese Erfolge bei der Lärminderung einzelner, herausragender Schallquellen führten dazu, dass nunmehr andere, bisher verdeckte Lärmquellen in das Blickfeld der Forschung rückten, z. B. das Umströmungsgeräusch einzelner Flugzeugkomponenten beim Landeanflug. Darüber ist im Vortrag zur DAGA 2000 berichtet worden. Es gibt aber weitere offene Probleme, die neue und fokussierte Forschungsaktivitäten erforderlich machen. Beispiele dafür sind u. a., welchen Einfluss beim Strahlärm die großskaligen, kohärenten Turbulenzballen und die kleinskaligen, stochastischen Turbulenzelemente auf die Spektralbereiche des abgestrahlten Lärms haben (Probleme der Turbulenzmodellierung), welchen Einfluss verfeinerte Oberflächenstrukturen und Oberflächennachgiebigkeiten auf die Schallabstrahlung der Grenzschichtturbulenz bzw. auf die Verminderung der turbulenten Druckschwankungen (Pseudoschall) haben könnten, welche Parameter den Breitbandlärm von Turbomaschinen beeinflussen, wie durchgängige Berechnungen in der Rotor-Aeroakustik (Turbomaschinen, Ventilatoren) durch Kopplung der 3d-Strömungsberechnung für Schaufelgitter mit den 3d-CAA-Codes der Schallausbreitung und Schallabstrahlung realisiert werden können (aeroakustische Optimierung), wie aeroakustische Windkanäle akustisch verbessert und ihre Ergebnisse durch Vergleichsmessungen bzw. durch die Entwicklung eines aeroakustischen Messnormals glaubwürdiger ausgewiesen werden können, wie generische Modelle für den Strömungsschall definiert und durch Vermessung dieser Modelle gültige Validierungsdaten schrittweise erarbeitet werden können. Der Vortrag benennt diese und weitere offene Probleme und diskutiert einige von ihnen.

Mi. 11:05 Uhr ES40, Raum 0008

Strömung

Strömungsakustische Instabilitäten an einer überströmten, nachgiebigen Wand

Jakob Großer Dirk Ronneberger

Drittes Physikalisches Institut der Universität Göttingen

Um Schallverstärkungsphänomene zu verstehen, die in durchströmten Rohren mit stark nachgiebiger Wand ($\lambda/4$ -Resonatoren) beobachtet werden, untersuchen wir die Ausbreitung geführter Wellen an einer ebenen Wand. Abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit und der Art der Wandnachgiebigkeit (federartig, masseartig, mit und ohne resistiven Anteil) ergeben sich verschiedene gedämpfte und räumlich angefachte Lösungen. Wir untersuchen insbesondere die Frage, warum nur ein Teil der angefachten Lösungen im Experiment beobachtet werden.

Mi. 11:30 Uhr ES40, Raum 0008

Strömung

Schalleistungen von in Luft rotierenden radial angeordneten Zylindern

G. Hübner N. Phanender Naidu, V. Wittstock

ITSM, Universität Stuttgart

Am ITSM werden experimentelle Untersuchungen über die Abhängigkeit aerodynamisch erzeugter Schalleistungen von makroskopischen Strömungsparametern durchgeführt. Eine spezielle Versuchsanlage ermöglicht dabei eine Variation des statischen Druckes zwischen 1 und 100 kPa und der Drehzahl zwischen 1000 und 7000/min, was Versuche in einem weiten Bereich beschreibender Ähnlichkeitskennzahlen ($Matip=0,09\dots 0,55$, $Retip=100\dots 600000$) ermöglicht. Nachdem bislang quer angeströmte Kreiszyylinder in einer Rundlaufanordnung untersucht wurden, werden nun Kreiszyylinder axial angeordnet, vergleichbar einem Axiallüfter mit Kreiszyindern an Stelle von Schaufeln. Die Schalleistungsspektren dieser Anordnung werden nach dem Hallraumverfahren ermittelt und in Bezug zu den verursachenden Strömungsgrößen gesetzt. Der Einfluss von Luftdichte- und Machzahlvariationen auf die Schalleistung und ihre spektrale Form wird so ermittelt.

Mi. 11:55 Uhr ES40, Raum 0008

Strömung

Geräuschuntersuchung an Radialgebläsen in ein- und zweistufiger**Bauart**Mathias Weber Dieter-Heinz Hellmann*3K-Warner Turbosystems GmbH, Kirchheimbolanden; Universität Kaiserslautern, Lehrstuhl für Strömungsmaschinen*

Der vorliegende Artikel befasst sich mit Geräuschuntersuchungen an Radialgebläsen mit einer spezifischen Drehzahl $n_q = 20 \text{ 1/min}$. Die untersuchten Gebläse werden zur Verbrennungsluftversorgung von Gas-Brennwertkesselthermen eingesetzt. Der zur Durchführung der Messungen erforderliche Prüfstand entspricht der Richtlinie EN 25 163 (Kanalverfahren, einseitig angeschlossen) und wurde in einem reflexionsarmen Raum aufgebaut. Der druckseitig angeschlossene Messkanal mündet in einem reflexionsarmen Abschluss. Das verwendete Messgerät zur Bestimmung des Schalldruckes im Kanal besteht aus einer von außen am Kanal angebrachten Sonde, in welcher das Mikrofon aufgenommen ist (sog. Hubert-Sonde). Es werden Messergebnisse zur Analyse des Drehklang- und Rauschanteils des von den Gebläsen emittierten Schalls vorgestellt. Anhand dieser Daten werden akustische Modellgesetze aufgestellt. Um den Einfluss der Anzahl der Gebläsestufen (ein- und zweistufig) auf das akustische Verhalten zu untersuchen, wurden die Gebläse in vergleichbaren Betriebspunkten (Lieferzahl und Druckzahl) und bei allerdings variiertem Umfangsgeschwindigkeit u betrieben. Mithilfe des –zweistufigen- Gebläses können je nach Auslegung die im folgenden beschriebenen Eigenschaften, mit spezifischen Vorteilen in der Anwendung, beeinflusst werden. Somit ist eine höhere spezifische technische Arbeit, eine größere Steigerung der Kennlinien-Steilheit oder eine Verringerung der Geräusch-Entwicklung im Vergleich zur einstufigen Bauweise möglich. Die getroffenen Aussagen sollen hier bei konstant gehaltener Gebläse-Drehzahl n gelten, um die Variation der Parameter einzuschränken. Der entstehende, höhere Bau- und somit Kostenaufwand muss dem technologischen Vorteil gegenübergestellt werden.

P a u s e

Mi. 13:10 Uhr ES40, Raum 0008

Strömung

Strömungsakustische Untersuchungen im aeroakustischen Windkanal der TU Dresden.

Dr.-Ing. Nikolai Kalitzin

Institut für Akustik und Sprachkommunikation, TU Dresden

Am Institut für Akustik und Sprachkommunikation der TU Dresden steht für strömungsakustische Untersuchungen ein Niedergeschwindigkeitswindkanal zur Verfügung. Es handelt sich dabei um eine offene Meßstrecke, die durch einen Radialventilator angetrieben wird. Der Kanal ist durch eine Reihe bautechnischer Maßnahmen akustisch optimiert. Im Meßraum beträgt der Störschalldruckpegel bei einer Windgeschwindigkeit von 30 m/s: 54 dB(A). Der Kanal wird mit anderen aeroakustischen Windkanälen verglichen.

Die strömungsmechanischen Messungen erfolgen mit der Hitzdrahttechnik. Diese ist mit einer Traversiereinrichtung gekoppelt. Örtliche Positionierung und Meßwerterfassung werden über einen Computer gesteuert. Mit der vorhandenen Software wird das Strömungsfeld an vorgegebenen Punkten automatisch ausgemessen.

Für die akustischen Untersuchungen steht konventionelle Messtechnik zur Verfügung. Im Rahmen des Projektes SWING (Simulation of Wing-flow Noise Generation) kam zusätzlich ein Mikrofonarray des Institutes für Aerodynamik und Gasdynamik der Universität Stuttgart zum Einsatz. Der Aufbau eines institutseigenen Mikrofonarrays hat bereits begonnen.

Der Kanal dient der Erforschung verschiedenster physikalischer Phänomene. So wurde z.B. die Auswirkung des Pseudoschalls an einem windumströmten Kunstkopf auf die Sprachverständlichkeit ermittelt (siehe STEGE in DAGA 1998, Zürich). Aktuell wird innerhalb des o.g. Projektes SWING die Geräuschenstehung an Hinterkanten umströmter Körper untersucht.

Als Probekörper wird eine dünne ebene Platte verwendet. Mit der Hitzdrahtmeßtechnik wurden Geschwindigkeiten und Turbulenzgrade gemessen. Die Lokalisierung der Schallquelle erfolgte mit dem Mikrofonarray der Universität Stuttgart. Diese Messungen dienen der Validierung numerischer Ergebnisse, die mit Hilfe von Programmen erzielt werden, die die Reynoldsgemittelten Navier- Stokes- Gleichungen zur Berechnung der mittleren Strömung lösen und die auf der Basis der Eulergleichungen die Schalldruckausbreitung simulieren.

Mi. 13:35 Uhr ES40, Raum 0008

Strömung

Experimental Study of Noise Generation by Flow through a Vascular Stenosis

A.O. Borisyuk

*Institute of Hydromechanics, Zhelyabova Street 8/4, 03680 Kiev-180
MSP, Ukraine E-mail: oibor@nas.gov.ua*

An in-vitro experiment is carried out in order to study the properties of an acoustic field at the chest surface due to flow in a larger blood vessel. Intact and partially occluded silicone elastic pipes are used as normal and stenosed blood vessels, respectively. Hollow, axisymmetric cylindrical plugs of different inner diameters and lengths are used as stenoses. The values for the flow Reynolds number considered in the experiment correspond to those found in the larger arteries of the human body such as the ascending aorta and the carotid and femoral arteries. The analysis of the noise fields of the pipes reveals the characteristic signs of the presence of a stenotic obstruction in vessel. These are the general increase in the noise levels generated and production of the new frequency components in the power spectrum. The components are identified with the characteristic frequencies of vortex formation in a disturbed flow region past a stenosis and the resonance frequencies of vibrations of a poststenotic segment of vessel. The stenosis generated acoustic power is found to be approximately proportional to the fourth power of the constriction severity and fourth power of the flow Reynolds number.

Ende der Sitzung

Mi. 10:40 Uhr ES40, Raum 0009

Ultraschall

Bewertung von gemessenen Ultraschallsignalen

E. Kühnicke H. G. Trier, R. v. Hahn, A. Lohfink

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Das von einem Ultraschallwandler ausgesendete Schallfeld kann mit Hilfe unterschiedlicher Meßverfahren charakterisiert werden. Bei der Prüfung medizinischer Ultraschallsysteme werden dazu u.a. Kugelflektoren, Hydrophone, Ultraschallprüfköpfe und Thermosensoren verwendet. Entsprechend dem verwendeten Meßsystem erfolgt eine völlig unterschiedliche Bewertung der Parameter des ausgesendeten Schallfeldes. Basierend auf Simulationsrechnungen diskutiert der Beitrag die verschiedenen Meßverfahren, zeigt die Abhängigkeit der Meßergebnisse von der Empfängerart, von der Größe der Empfängerfläche und von dem detektierten Frequenzbereich. Wichtige Hinweise zum Aufbau der Meßanordnung werden abgeleitet. Meßergebnisse für die verschiedenen Verfahren werden vorgestellt.

Mi. 11:05 Uhr ES40, Raum 0009

Ultraschall

Abbildung und Messung lokaler mechanischer Materialparameter mittels Ultraschall-KraftmikroskopieS. Hirsekorn U. Rabe, M. Kopycinska, W. Arnold*Fraunhofer Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP)*

In der Ultraschall-Kraftmikroskopie (Atomic Force Acoustic Microscopy) wird die Oberfläche einer Probe im Kontaktmodus abgerastert, während die Blattfeder des Kraftmikroskops hochfrequent schwingt. Der Kontakt zwischen Sensor Spitze und Probe bewirkt, daß sowohl Amplitude und Phase der Blattfederschwingungen als auch Änderungen in der mittleren Blattfederauslenkung und den Resonanzfrequenzen der Blattfeder Informationen über lokale mechanische Eigenschaften der Probenoberfläche enthalten und als akustische Abbildungsparameter genutzt werden können. Die theoretische Beschreibung und Berechnung der Ultraschallübertragung im Kraftmikroskop mit einem geeigneten Modell für die Wechselwirkungskraft zwischen Sensor Spitze und Probe ermöglicht eine quantitative Auswertung der Bildkontraste und damit die Bestimmung lokaler mechanischer Materialparameter der Probenoberfläche. Für kleine Schwingungsamplituden von Probenoberfläche und Blattfeder, die näherungsweise eine Linearisierung der Wechselwirkungskraft erlauben, wurde dies bereits mit der Kontaktresonanzspektroskopie realisiert. Mit diesem Verfahren wird die Kontaktsteifigkeit zwischen Sensor Spitze und Probe gemessen, aus der dann mit Hilfe der Hertz'schen Kontakttheorie der lokale reduzierte E-Modul des Kontaktes berechnet werden kann. Theoretische und experimentelle Ergebnisse an Piezo-Keramiken und nanokristallinen Proben werden vorgestellt und diskutiert.

Mi. 11:30 Uhr ES40, Raum 0009

Ultraschall

Optimierte Rueckstreuung an UltraschallkontrastmittelnR. Mettin A. Szeri(*), A. Reddy(*), T. Kurz, S. Luther, W. Lauterborn*Drittes Physikalisches Institut, Universitaet Goettingen, Germany ;**(*Dept. of Mechanical Engineering, UC Berkeley, USA*

Es wird die Rueckstreuung an gekapselten Mikroblassen (Kontrastmittel) fuer den Fall optimierter Ultraschallanregung theoretisch und experimentell untersucht. Das Anregungssignal besteht hier aus einem phasenstarken Frequenzgemisch von z.B. 1 Mhz und 3 Mhz. Die Detektion findet ueber die Mittenfrequenz (2 Mhz) statt, die nichtlinear durch die Mikroblassen generiert wird. Der erzielte Kontrast wird herkoemmllichem "harmonic imaging" gegenuebergestellt.

Mi. 11:55 Uhr ES40, Raum 0009

Ultraschall

Optimierung piezoelektrischer Wandler für mehrere FrequenzenR. Sobotta*Elma GmbH & Co KG*

Piezoelektrische Wandler mit passiven Endabschnitten und aktivem Element in der Wandlermitte lassen sich leicht analytisch berechnen. Aufgrund des symmetrischen Aufbaus ist es aber nicht möglich, den Wandler bei geradzahligem Oberwellen zu betreiben. Es wird nun vorgeschlagen die Position der piezoelektrischen Keramik so zu wählen, dass mehrere vorgegebene Frequenzen optimal angeregt werden können. Hierzu wird von einem homogenen Material ausgegangen, das auf seinen Eigenfrequenzen angeregt wird. Es wird gezeigt, dass die räumliche Position der Keramik optimiert werden kann. Die Optimierung erfolgt über das geometrische Mittel der mechanischen Spannungen der entsprechenden Eigenfrequenzen. Die Optimierung wird anhand von FEM-Berechnungen und Messungen verifiziert.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr ES40, Raum 0009

Ultraschall

Kaltgasfallen in stehenden UltraschallfeldernR. Tuckermann(1), S. Bauerecker(1), E. G. Lierke(2), B. Neidhart(1)

(1) *GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Physikalische und Chemische Analytik, Max-Planck-Str., D- 21502 Geesthacht, e-mail: rudolf.tuckermann@gkss.de;* (2) *Battelle Ingenieurstechnik GmbH, Düsseldorfer Str. 9, D-65760 Eschborn*

In stehenden Ultraschallfeldern (SUSFern) können kalte Gase und Aerosole in rotationsellipsoidförmigen Bereichen eingefangen werden [1, 2]. Diese Bereiche bilden sich zentrisch um die Druckknoten des SUSFs und können aufgrund ihrer scharfen Temperaturabgrenzung zur Umgebung als Kaltgasfallen bezeichnet werden. In neuen Experimenten wurden die Konditionen für den Einfang von kalten Gasen hinsichtlich der Frequenz-, Leistungs- und Resonanzbedingungen im SUSF eingehend untersucht. Hierzu wurden insbesondere das Temperaturfeld innerhalb der sich bildenden Kaltgasfallen vermessen. Es konnte experimentell gezeigt werden, daß das beobachtete Phänomen auf einem Dichteefekt beruht. Die in den Experimenten verwendeten Ultraschallfrequenzen betragen 20 bzw. 58 kHz bei Schalldruckpegeln im Bereich von 150 - 170 dB [3].

Eine theoretische Beschreibung der Kaltgasfallen gelang mit Hilfe eines Modells der akustischen Levitation von flüssigen und festen Proben

[4]. Für Gase höherer spezifischer Dichte als das umgebende Gas existieren innerhalb eines stehenden Ultraschallfeldes an den Druckknoten Potentialtöpfe, in denen sich das schwerere Gas sammelt.

Ferner ist unter Resonanzbedingungen des SUSFs in den Kaltgasfallen Tropfen- und Eispartikelbildung aus eingefangenen Aerosol möglich. Die sich aus kaltem Eisaerosol bildenden Eiskeime können zu vielfältigen Eis- und Schneepartikeln mit Durchmessern von einigen Millimetern heranwachsen. Die Eispartikelbildung beruht auf den Effekten der akustischen Agglomeration [5] und Positionierung sowie quasiflüssige Schichten [6] auf den Oberflächen der primären Eisaerosole.

[1] S. Bauerecker, B. Neidhart, J. Chem. Phys. 109 (1998), 3709; [2] S. Bauerecker, B. Neidhart, Science 282 (1998), 2211; [3] E. G. Lierke, Acoustica 82 (1996), 220; [4] M. Barmatz and P. Collas, J. Acoust. Soc. Am. 77 (1985), 926; [5] T. Hoffmann, Ultrasonics 38 (2000), 353; [6] C. L. Hosler, D. C. Jensen and L. Goldshlak, J. Meteorology 14 (1957), 415

Mi. 13:35 Uhr ES40, Raum 0009

Ultraschall

Übertragungseigenschaften optischer Interferenzschichthydrophone

V. Wilkens W. Weise, Ch. Koch, W. Molkenstruck

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Optische Sensorik kann vorteilhaft zur zeitlich und räumlich hochauflösenden Messung von Ultraschallfeldern eingesetzt werden und stellt damit eine wichtige Alternative zu piezoelektrischen Hydrophonen dar. So wurden Messsysteme entwickelt, die als Sensorelement dielektrische optische Interferenzschichtsysteme verwenden. Das Messprinzip beruht auf der elastischen Deformation des als Mikrointerferometer wirkenden Schichtsystems durch eine einfallende Schallwelle und der Detektion der erzeugten optischen Reflexionsgradmodulation. Es wurden sowohl Glasfaserspitzensensoren, d. h. sehr feine Sonden, als auch ausgedehnte Empfänger, z. B. für schnelle 2-D-Scans mittels optischer Abtastung, experimentell realisiert.

In dem Beitrag werden experimentelle und theoretische Untersuchungen zum frequenzabhängigen Übertragungsverhalten der verschiedenen Interferenzschichthydrophone vorgestellt. Mithilfe eines primären optischen Kalibrierverfahrens wurden die Übertragungsfunktionen im Frequenzbereich von 5 bis 50 MHz experimentell bestimmt. Im Fall der Glasfaserspitzensensoren ergibt sich durch den Einfluss von Randbeugungs- und Resonanzeffekten an der Faserspitze eine starke

Frequenzabhängigkeit. Durch den Einsatz von Finite-Elemente-Methoden wurden die Wechselwirkungseffekte zwischen Schallfeld und Empfänger theoretisch analysiert. Simulationen im Zeitbereich liefern die Impulsantwortfunktion des Sensors. Alle erwarteten Effekte, wie Randbeugung, Festkörperrandwellen und resonante Schwingungen der Faserspitze können in den Simulationsergebnissen identifiziert und deren Einfluss auf das Übertragungsverhalten untersucht werden. Der Vergleich der durch Fouriertransformation aus der theoretischen Impulsantwortfunktion erhaltenen Übertragungsfunktion mit der experimentell bestimmten zeigt im Rahmen der Unsicherheiten eine gute Übereinstimmung.

Die ermittelte Übertragungsfunktion des faseroptischen Interferenzschichthydrophons kann auf sehr effektive Weise zur Messwertkorrektur eingesetzt werden. Dies ermöglicht die wahrheitsgetreue Bestimmung des zeitlichen Schalldruckverlaufs in vielen Anwendungsfeldern des Sensors.

Mi. 14:00 Uhr ES40, Raum 0009

Ultraschall

Ultraschall im Körpergewebe – Wo liegen biophysikalische Grenzen der Sicherheit?

J. Herbertz

Gerhard-Mercator-Universität Duisburg

Ultraschallgeräte für die medizinische Diagnostik werden von den Herstellern mit Warnhinweisen versehen, daß Ultraschall wegen der möglicherweise existierenden Risiken nur aufgrund einer sorgfältigen Indikationsstellung, stets nur mit der niedrigsten für die Diagnose noch ausreichenden Ultraschallleistung und nur so kurz wie zwingend notwendig angewendet werden darf. Diese Warnungen sind begründet, weil das Weltkartell der Hersteller darauf hinwirkt, unbedenkliche Geräte nicht von möglicherweise riskanten durch Kennzeichnung (Klassifizierung) unterscheiden zu dürfen. Auch bei Beachtung dieser Warnungen wird durch diese Geschäftspolitik die Gesundheit von geborenem und von ungeborenem Leben einem vermeidbaren möglichen Risiko ausgesetzt. Die Aussage, daß ein Gerät bezüglich der Sicherheit des Ultraschalls unbedenklich ist, setzt wissenschaftlich fundierte Kenntnisse der biophysikalischen Grenzen der Sicherheit des Ultraschalls voraus und erfordert ein Mindestmaß an Meßtechnik, um die Einhaltung dieser Grenzen im Ultraschallfeld sicherstellen zu können. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Frage, wie die biophysikalischen Grenzen in bezug auf Kavitation und thermische Wirkung formuliert werden können, um für die Einteilung der medizinischen Geräte in Klassen der

Sicherheit (Klasse A für unbedenklich und Klasse B für möglicherweise riskant) nutzbar zu sein. Für beide Wirkungen wird gezeigt, daß der Dauer der Exposition im Vergleich zu den für die Sicherheit relevanten Grenzwert-Parametern nur eine untergeordnete Bedeutung zukommt. Hinsichtlich der Warnhinweise der Hersteller wird gezeigt, daß diese sogar bei Ultraschallgeräten der Klasse B nicht geeignet sind, das dem Risiko des Ultraschalls im Körpergewebe sachgerecht zu minimieren.

Ende der Sitzung

Mi. 10:40 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik I

Die Wege von Heinrich Barkhausen und Richard Feldtkeller zur Psychoakustik

Armin Kohlrausch

Philips Forschungslabor Eindhoven und IPO, Technische Universität Eindhoven

In diesem Beitrag möchte ich über einige Ergebnisse des Projektes "Geschichte der Psychoakustik in Deutschland zwischen 1900 und 1950" berichten. In diesem Projekt beschäftige ich mich den Fragen, aus welchen etablierten Forschungsrichtungen die uns bekannten Psychoakustiker kamen, welche Anwendungsfragen psychoakustische Forschung stimuliert haben und welche Fachgesellschaften und wissenschaftlichen Zeitschriften das Forum für psychoakustische Diskussionen bildeten. Diesen Fragen möchte ich in meinem Vortrag anhand der Personen Heinrich Barkhausen (1881-1956) und Richard Feldtkeller (1901-1981) nachgehen, die beide viel zur Entwicklung der Psychoakustik beigetragen haben. Beide studierten Physik, beide arbeiteten im Forschungslabor der Fa. Siemens & Halske in Berlin und beide bekleideten über mehrere Jahrzehnte Lehrstühle auf dem Gebiet der Schwachstromtechnik an der TH Dresden (H.B.) bzw. der elektrischen Nachrichtentechnik an der TH Stuttgart (R.F.). Barkhausens Name ist heutigen Psychoakustikern vor allem durch die Einheit "Bark" bekannt, während Feldtkellers Name mit dem Buch "Das Ohr als Nachrichtenempfänger" verbunden ist, das er zusammen mit Eberhard Zwicker 1956 veröffentlichte.

Mi. 11:05 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik I

Schätzung des Basilarmembran-Phasenganges mit Hilfe von Tonkomplexmaskierern

Torsten Dau, Andrew J. Oxenham*

*Universität Oldenburg, Medizinische Physik und Boston University, Hearing Research Center; *Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA*

Die zeitliche Struktur von harmonischen Tonkomplexen hängt neben der Grundfrequenz und der Anzahl der Komponenten entscheidend von der Phasenbeziehung der einzelnen Komponenten ab. Bei den sogenannten Schroeder-Tonkomplexen ist die Phase so definiert, dass die Zeitfunktion in einer periodisch fortgesetzten Serie von aufsteigenden ("m-") oder absteigenden ("m+") linearen Sweeps resultiert. m- und m+-Maskierer können Mithörschwellenunterschiede von bis zu 30 dB hervorrufen, was auf die Wechselwirkung mit dem Phasengang der Basilarmembran (BM) an der Stelle der Testtonfrequenz zurückgeführt werden kann: die Schwelle wird minimal, wenn die sweep Rate des Tonkomplexes und die Krümmung des BM-Phasenganges $\frac{d\phi^2}{df^2}$ im Übertragungsbereich des Filters gerade etwa gleich groß und entgegengesetzt sind. In diesem Fall ist die interne Repräsentation des Maskierers am Ausgang des hypothetischen BM-Filters nahezu in "Nullphase" und weist eine maximal impulsive zeitliche Struktur auf, in deren Täler sich der Testton "einbetten" kann. In der vorliegenden Arbeit wurde die Maskierwirkung von Schroedertonkomplexen durch systematische Variation der sweep Rate untersucht, wobei Grundfrequenz und Anzahl der Komponenten konstant gehalten wurden. Detektionsschwellen von Tönen mit Frequenzen zwischen 125 Hz und 4 kHz, die jeweils im Maskierer zeitlich und spektral zentriert waren, wurden für Maskiererepegel von 40, 65 und 85 dB SPL bestimmt. Die Schwellenverläufe hängen stark vom Frequenzbereich, jedoch nur wenig vom Anregungspegel ab. Die Ergebnisse sind fundamental für die gehörgerechte Modellierung der peripheren Signalverarbeitung im menschlichen Gehör.

Mi. 11:30 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik I

Auswirkungen einer Phasendrehung auf psychoakustische Empfindungsgroessen

Ch. Patsouras, H. Fastl

Institut fuer Mensch-Maschine-Kommunikation, Technische Universität Muenchen

Als Schalle wurden Dreitonkomplexe verwendet, bei denen zum einen alle drei Linien in Phase liegen (AM-Ton), zum anderen QFM-Töne.

Bei gleichem Amplitudenspektrum lassen sich QFM-Töne aus AM-Tönen dadurch erzeugen, daß entweder die mittlere Linie um 90 oder die obere Linie um 180 in der Phase gedreht wird. In psychoakustischen Experimenten wurden die Unterschiede zwischen AM- und QFM-Tönen in Lautheit, Schärfe, Rauigkeit, Schwankungsstärke und Lästigkeit gemessen. Insgesamt ist festzustellen, daß bei Dreitonkomplexen die Phasenlage deren Lautheit praktisch nicht beeinflußt. Wegen der Änderungen der zeitlichen Hüllkurve zeigen sich Phaseneinflüsse vor allem bei Schwankungsstärke und Rauigkeit. Bezüglich der Lästigkeit ergeben sich geringe Phaseneinflüsse bei den untersuchten Dreitonkomplexen. Mit einer Ausnahme ($f_{TR} = 50$ Hz, $f_{mod} = 25$ Hz) führt der Übergang von AM zu QFM eher zu einer Reduktion der Lästigkeit. Dies bedeutet, daß Phaseneffekte in der Praxis der Geräuschbeurteilung durchaus das Urteil (positiv) beeinflussen können.

Mi. 11:55 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik I

Spektrale Selektivität und frequenzgruppenübergreifende Verarbeitung beim binauralen Hören

Jesko L. Verhey, Carsten Zerbs

AG-Medizinische Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Die spektrale Zerlegung von Schall in Frequenzgruppen ist ein fundamentaler Mechanismus des Gehörs. Er beeinflusst sowohl das Hören mit einem Ohr (monaural) als auch die beidohrige (binaurale) Wahrnehmung. Während eine Reihe von Experimenten zur binauralen Wahrnehmung die gleiche spektralen Selektivität beim monauralen und binauralen Hören nahelegen, deuten einige Experimente auf eine vergrößerte binaurale Frequenzgruppe hin. Diese vergrößerte Bandbreite wird im allgemeinen als Konsequenz eines frequenzgruppenübergreifenden Prozesses gedeutet. Der genaue Mechanismus und der Effekt ist dabei jedoch noch umstritten. Im Beitrag wird untersucht, welche binauralen und monauralen Experimente, bei denen die spektrale Verteilung von Testton und Maskierer eine Rolle spielen, durch die Annahme adäquater monauraler Filter beschrieben werden können. Dazu wird ein Modell mit monauralen und binauralen Verarbeitungstufen (siehe Zerbs, Daga' 98) verwendet, das sowohl monaurale als auch binaurale Schwellen vorhersagen kann. Der Gültigkeitsbereich und Grenzen des Modells werden aufgezeigt und ein modifizierter Ansatz binauraler Signalverarbeitung skizziert, der die unterschiedlichen *effektiven* monauralen und binauralen Frequenzgruppenbreiten erklären kann.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik I

Vorhersage von Audioqualität mit einem psychoakustischen Modell

Rainer Huber, Birger Kollmeier

Universität Oldenburg, AG Medizinische Physik

Die Beurteilung der Übertragungsqualität von Kodierungs-Dekodierungsverfahren (Codecs), die zur Kompression von Audiodaten verwendet werden (z.B. "mp3") erfolgt bisher durch Hörtests, die mit hohem zeitlichen, personellen und finanziellen Aufwand verbunden sind und darüber hinaus nur bedingt miteinander vergleichbar sind.

Es besteht daher Bedarf an instrumentellen Bewertungsverfahren. In diesem Beitrag wird ein solches Verfahren vorgestellt, das mit Hilfe eines Modells der auditorischen Signalverarbeitung ("Perzeptionsmodell" nach Dau et al. [1]) die perzeptive Ähnlichkeit zweier Signale quantitativ abschätzt. Mit diesem Ansatz konnten bereits Hansen und Kollmeier die Qualität von Sprachübertragungssystemen erfolgreich vorhersagen [2]. Die Anwendung auf beliebige Audiosignale mit z.T. nur sehr geringen Qualitätsunterschieden erforderte eine Weiterentwicklung ihres Verfahrens. Insbesondere mußten über die Modellierung der peripheren auditorischen Signalverarbeitung hinaus auch kognitive Effekte berücksichtigt werden. Diese werden im vorgestellten Verfahren durch Verwendung eines neuronalen Netzes modelliert.

Subjektive Qualitätsbeurteilungen aus umfangreichen Hörtests der International Telecommunication Union (ITU) und der Moving Pictures Experts Group (MPEG) werden mit den Vorhersagen des Verfahrens 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

[2] Hansen, M. und Kollmeier, B. (1997): "Using a quantitative Psychoacoustical Signal Representation for Objective Speech Quality Measurement"; Proc. ICASSP '97, Munich, p.1387-1390

Mi. 13:35 Uhr DE15, Raum 0506Psychoakustik I

Bestimmung der Bezugs-Schwellenschalldruckpegel von "Clicks"Utz Richter, Thomas Fedtke*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig*

Zur Messung von evozierten Potentialen des Hirnstamms oder von evozierten oto-akustischen Emissionen gibt es seit 1994 (IEC 60645-3) genormte Kurzzeit-Testsignale: zum einen "Bezugs-Clicks" (einphasige Rechtecksignale der Dauer 100 ms), zum anderen "Bezugs-Kurtöne" (Tonimpulse von 5 Sinusschwingungen mit Frequenzen zwischen 500 Hz und 8000 Hz). Die zuständige ISO-Arbeitsgruppe (TC43/WG1) hat dazu aufgerufen, zu diesen Signalen subjektive Hörschwellenpegel zu bestimmen, um damit einen Anschluss der objektiven Audiometrie an die subjektive Audiometrie zu schaffen. In der PTB wurden zu diesem Zweck Messungen mit großen Gruppen von Testpersonen durchgeführt und dabei zunächst die Hörschwellen der "Clicks", ihre Abhängigkeit von der Wiederholfrequenz (5 Hz bis 30 Hz), der Polarisationsrichtung (Druck-, Sog- oder alternierende Impulse), dem Typ des benutzten Audiometrie-Kopfhörers (circumaural, supraaural, Einsteckhörer) sowie eine eventuelle Altersabhängigkeit bestimmt. Über die Ergebnisse wird berichtet.

Mi. 14:00 Uhr DE15, Raum 0506Psychoakustik I

Was leistet unser Gehör wirklich?Eckard Blumschein*Institut f. Elektronik, Signalverarbeitung u. Kommunikationstechnik,
Guericke-Universität Magdeburg*

Die Erklärung des Hörens als Frequenzanalyse des Schallsignals auf der Basilarmembran greift zu kurz und ist nicht mehr gerechtfertigt, seit man beginnt die Funktion der äußeren Haarzellen und des Gehirns zu verstehen. Will man Lehrbücher, Messungen, Vorschriften, Tontechnik, kognitive Systeme, etc. mit dem beobachteten Leistungsvermögen des Gehörs in Einklang bringen, kommt man an einer fundamentalen Revision jener Vorstellungen nicht vorbei, die auf ungerechtfertigten Anwendungen grundsätzlich richtiger Theorien beruhen. Beispielsweise darf man aus der Taubheit des Gehörs ab höchstens 20 kHz und der Abtasttheorie nicht schließen, daß Abtastfrequenzen weit über 40 kHz sinnlos sind. In diesem und in zahlreichen anderen Fällen gelingt es relativ einfach, den Trugschluß plausibel zu entlarven. Generell muß eine traditionell an Energie und Mechanik orientierte Betrachtungsweise einem mehr von den Neuronen bestimmten Verständnis weichen.

Dieses ist geprägt durch Eigenschaften einzelner Neuronen, beispielsweise Refraktärzeit und Aktionspotential, und durch ihr synaptisches Zusammenspiel. Notwendige Korrekturen erschöpfen sich nicht in zusätzlicher Berücksichtigung zeitlicher Kodierungen in und zwischen den Kanälen, denn das zu erklärende Leistungsvermögen des Gehörs und weitere obscure psychoakustische Befunde schließen mannigfaltige Aspekte ein, u. a. Mechanismen für die Ortung im Raum, Robustheit gegenüber Reflexionen und anderen Störungen, Begrenzung der Phasentaubheit auf stationäre Signale mit nicht zu geringer Fundamentalfrequenz, virtuelle Tonhöhe, Oktavvergrößerung, 0,2% Frequenzauflösung und einen beispiellosen Dynamikbereich bei extrem niedriger Hörschwelle. Auch für letztere wurde eine neue, allerdings noch unbewiesene Erklärung gefunden. Auch jene Hypothesen, die ein ziemlich radikales Umdenken erfordern, werden nach ihrer bereits erfolgten Diskussion unter Fachleuten grundsätzlich für akzeptabel und anwendbar gehalten.

..... **P a u s e**

Mi. 10:40 Uhr DE15, Raum 1520 Aktive Geräuschgestaltung

Aktive Geräuschgestaltung bei Staubsaugern

Markus Bodden (1) Heinrich Iglseder (2)

1: Ingenieurbüro Dr. Bodden, 2: STMS Ingenieurbüro

Der akustische Kanal eignet sich insbesondere dafür, den Nutzer intuitiv über den Zustand eines Produktes zu informieren und ihm eine Rückmeldung über die ausgeführten Aktionen zu geben. Hierzu reicht jedoch häufig das inherent durch den Betrieb erzeugte Geräusch nicht aus, so daß zusätzliche Signale generiert und integriert werden müssen. Als Beispiel wird ein patentiertes Verfahren vorgestellt, bei dem der Fortschritt der Reinigung mit einem Staubsauger hörbar gemacht wird. Hierzu wird die von einem Sensor gemessene aufgesaugte Staubmenge zur Generierung eines akustischen Signals herangezogen, das dann über einen in den Sauger integrierten Lautsprecher abgestrahlt wird. Das Verfahren und die Umsetzung werden vorgestellt.

Mi. 11:05 Uhr DE15, Raum 1520 Aktive Geräuschgestaltung

Geräuschgestaltung im Kraftfahrzeug mit aktiven Systemen

Dr. Helmut Spannheimer Dr. Raymond Freymann

BMW Group, München

Die immer weiter fortschreitende Absenkung der Innengeräuschpegel bei hochwertigen Automobilen macht zunehmend die Qualität des Fahrgeräusches zum entscheidenden Kriterium für den akustischen Eindruck von einem Kraftfahrzeug. Eine gezielte, zum Charakter des jeweiligen Fahrzeugs passende, Soundgestaltung ist deshalb bei der Entwicklung neuer Automobile unverzichtbar.

Im Prozess des Sounddesigns erfolgt der Entwurf neuer Geräuschauslegungen mit Hilfe moderner Signalverarbeitungsalgorithmen. Eine Beurteilung der so generierten Sounds im Labor mit Kopfhörern aber auch im Fahrsimulator ist dabei allerdings nicht ausreichend. Zur Evaluierung unter realistischen Fahrbedingungen ist die Darstellung der Soundvisionen in einem fahrbaren Automobil unerlässlich.

Mit aktiven Systemen eröffnet sich die Möglichkeit, die Soundvisionen in einem Fahrzeug erlebbar zu machen. Durch die gezielte elektroakustische Beeinflussung des Fahrzeuginnengeräusches lassen sich unterschiedliche Geräuschgestaltungen im realen Fahrbetrieb auf Knopfdruck vergleichen und beurteilen.

In dem Vortrag werden verschiedene Systeme zur aktiven Geräuschbeeinflussung vorgestellt und die Möglichkeiten und Grenzen aufgezeigt.

Mi. 11:30 Uhr DE15, Raum 1520 Aktive Geräuschgestaltung

Möglichkeiten und Grenzen des Active Sound Design in PKW

R. Schirmacher

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

In der Fahrzeugakustik spielt beim Außen- wie Innengeräusch nicht nur der Pegel eine wichtige Rolle, auch das Klangbild soll den Erwartungen des Nutzers an das jeweilige Fahrzeug und die Fahrsituation gerecht werden. Die Realisierung spezifischer Klangcharakteristiken durch gezielte Beeinflussung der schallerzeugenden und schallübertragenden Mechanismen ist in der Regel allerdings mit einem hohen Aufwand und oft sogar mit prinzipiellen Schwierigkeiten verbunden.

Als vergleichsweise einfacher Ausweg wird seit einiger Zeit die aktive Geräuschbeeinflussung, das sogenannte Active Sound Design (ASD), diskutiert (z.B. Schirmacher et.al., DAGA 2000). Technisch stellt ASD eine Verallgemeinerung der aktiven Geräuschminderung (ANC) dar, in der akustischen Anwendung bietet es darüber hinaus völlig neue Möglichkeiten.

Der Vortrag stellt die Möglichkeiten und Grenzen derartiger Verfahren für Außen- wie Innengeräusche von PKW anhand praktischer Beispiele und Entwicklungsschritte des Sound-Design-Prozesses dar.

Mi. 11:55 Uhr DE15, Raum 1520 Aktive Geräuschgestaltung

Prospects of Improving Sound Quality by Means of ANC

Dr. Görgün Necati

Ford-Werke AG, Köln

Beyond the global target of reducing the sound pressure level in a vehicle interior, it may be desirable to affect the interior sound quality and to grant the vehicle a strived interior sound character, i.e. “pleasant”, “sporty”, “powerful”, etc. In most cases, achievement of such targets by means of usual hardware modifications is difficult, time consuming, costly, often not feasible and, least of all, sometimes not possible. Conversely, application of the active noise control (ANC) techniques has the potential to skip these disadvantages and may help to achieve the anticipated sound quality.

The new developed flat loudspeakers, suitable to be used as actuators for ANC purposes, have the capability to diminish the two main obstacles, which have been the major handicaps for the introduction of ANC in the passenger cars: (i) the space needed to package the actuators and (ii) the high cost level. The flat actuators capable to be integrated in headliner, trim or headrests resolves the packaging problem and also enables an increased number of actuators being implemented - which concurrently enables the frequency range of ANC application being increased. The low cost level of this new material as well as the drastically falling price of powerful electronic hardware for ANC controller improve the prospects of introducing the ANC technology into the passenger cars.

Finally, to achieve a desired sound quality, a respective balancing of the engine full and half orders - i.e. toning down or raising the engine orders / half orders accordingly - may be taken as a criterion to develop the corresponding control strategy.

..... **P a u s e**

Mi. 13:10 Uhr DE15, Raum 1520 Aktive Geräuschgestaltung

Active Noise Control - Eine innovative Lösung im Ansaugsystem

Dipl.-Ing (FH) Matthias Alex

FILTERWERK MANN+HUMMEL GmbH

Bei der Entwicklung von Ansaugsystemen werden neben den Anforderungen durch den Gesetzgeber im Sinne der Geräuschreduzierung zunehmend Forderungen hinsichtlich des Geräuschdesigns immer wichtiger. Hierbei ist insbesondere das Ansaugmündungsgeräusch eine wichtige Schallquelle. Parallel zu dieser Tendenz werden die Bauräume infolge der gestiegenen Anzahl von Nebenaggregaten immer enger, so dass innovative Systeme entwickelt werden müssen, die mit weniger Packaging auskommen. Herkömmliche akustische Maßnahmen im Ansaugbereich, wie Helmholtz Resonatoren, benötigen sehr große Volumen oder sehr kleine Querschnitte um im tieffrequenten Bereich das Mündungsgeräusch zu reduzieren. Die Forderung nach einem Geräuschdesign bleibt dabei aber zumeist unberücksichtigt. MANN+HUMMEL hat sich deshalb dem Thema der aktiven Geräuschbeeinflussung mit Hilfe eines Lautsprecher im Ansaugsystem zugewandt. Die Entwicklung des ANC Systems gliederte sich in drei Phasen, deren Ergebnisse im folgenden vorgestellt werden sollen. In der ersten Phase wurde in Form einer Machbarkeitsstudie der Nachweis der prinzipiellen Realisierbarkeit erbracht. Hierfür wurde mit Hilfe der Rechnersimulation die Hauptkomponenten des Ansaugsystems ausgelegt und die Größe des Lautsprechers festgelegt. In der zweiten Phase wurde ein solches System auf dem Motorakustikprüfstand aufgebaut um den Nachweis auch auf der experimentellen Seite zu erbringen. Zunächst wurden dabei die Restriktionen des Packagings vernachlässigt. Die dritte Phase hat diesem Umstand ebenfalls Rechnung getragen und das System wurde in ein Fahrzeug eingebaut, wobei das zur Verfügung stehende Volumen des Originalluftfilters nicht überschritten werden durfte. Das jetzt zur Verfügung stehende ANC-System ist in der Lage sowohl das Mündungsgeräusch zu reduzieren als auch aktives Geräuschdesign zu betreiben.

Mi. 13:35 Uhr DE15, Raum 1520 Aktive Geräuschgestaltung

Sound-Design Verifikation mittels Sound Simulation Vehicle

Ralf Heinrichs* Winfried Kребber **

Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne (ACC), Spessartstr., 50725 Köln, Germany,* *HEAD acoustics GmbH, Ebertstraße 30a, 52134 Herzogenrath, Germany*

Im Rahmen eines immer intensiver genutzten Sound Quality Engineering Prozesses wird in der Automobilbranche mittlerweile ein effizienter und kostengünstiger Verifikationsprozess gefordert. Innerhalb einer bestimmten Prototypenphase sollte es demnach möglich sein, einen neu designten Sound problemlos in ein reales Fahrzeuges implementieren zu können. In der Vergangenheit wurden hierzu erhebliche Anstrengungen am Fahrzeug selber vorgenommen, will heißen, der physikalisch-mechanische Aufbau des Fahrzeugs mußte entsprechend aufwendig und damit zeit- und kostenintensiv modifiziert werden. Auf gegebenenfalls notwendige Änderungen im Sound-Design konnte innerhalb dieses Szenarios meist nicht schnell genug reagiert werden. Intention des geforderten Verifikationswerkzeuges ist es die Interaktion des neu entwickelten Sound-Designs, beispielsweise mit dem visuellen Design, dem Performance Feel und nicht zuletzt mit dem Image der Marke selber zu untersuchen. Innerhalb dieses Beitrags wird ein entsprechendes Verifikationstool, das Sound Simulation Vehicle (2SV), mit seinen Möglichkeiten und Grenzen vorgestellt.

Mi. 14:00 Uhr DE15, Raum 1520 Aktive Geräuschgestaltung

Aktive Beeinflussung des Drehklanges axialer Turbomaschinen

Jan Schulz Wolfgang Neise (DLR Berlin-Charlottenburg), Michael Möser (TU-Berlin Institut Für Technische Akustik)

Technische Universität Berlin, Sonderforschungsbereich 557

In dem Beitrag wird über ein Forschungsvorhaben zur aktiven Lärm-minderung an Axialventilatoren berichtet. Hierbei steht die Reduzierung des Drehklangpegels im Vordergrund.

Hauptursache der tonalen Schallabstrahlung axialer Strömungsmaschinen sind die instationären, periodischen Kräfte, die von der Strömung auf die Laufradschaufeln, den Leitapparat und das Gehäuse ausgeübt werden, z. B. als Folge der Wechselwirkungen Zuströmung/Laufrad oder Laufrad/Leitrad. Im Gegensatz zu anderen Experimenten zur aktiven Lärm-minderung werden hier keine Lautsprecher als sekundäre Schallquellen verwendet. Vielmehr werden gezielt instationäre aerodynamische Kräfte durch gepulstes Einblasen von Luft im Bereich des

Kopfspaltes angeregt. Die Folge davon sind effektive aeroakustische Gegenschallquellen.

Die Phasenlage der sekundären Schallquellen kann gezielt so gesteuert werden, dass die davon abgestrahlten Schallwellen phasen-versetzt zu den primären sind. Hierdurch ergibt sich eine Minderung des primären tonalen Ventilatorgeräusches. Es wurden Fälle mit rotorsynchronem gepulsten Einblasen sowohl vor als auch in der Laufradebene und auch im Bereich der Schaufelhinterkanten untersucht. Darüber hinaus erfolgte eine Variation der Einblaswinkel. Es wurden Anregungsarten gefunden, bei denen der Blattfolgefrequenzpegel sowohl auf der Saug- als auch auf der Druckseite gesenkt wurde, aber auch solche, bei denen Pegelreduzierungen auf nur einer Seite festzustellen waren, also auf der Saug- oder der Druckseite. Es gelang in einigen Versuchen, den Blattfolgefrequenzpegel um bis zu 20 dB zu reduzieren. Neben der Lärminderung wurde in den meisten Fällen ebenfalls eine Verbesserung des Betriebsverhaltens erreicht.

..... **P a u s e**

Do. 8:30 Uhr Audimax I

Plenarvortrag Lerch

Computational Acoustics – Jüngste Entwicklungen, Trends und Perspektiven

R. Lerch

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Die Leistungsfähigkeit der Verfahren zur numerischen Berechnung von akustischen Problemstellungen, einschließlich der an der Schallemission bzw. am Schallempfang beteiligten Wandler, konnte in den letzten Jahren in beachtenswerter Weise gesteigert werden. Dies ist u.a. auf den stetigen Zuwachs an preisgünstigen Computerressourcen zurückzuführen. Der Hauptgrund liegt aber in verbesserten und neuartigen numerischen Verfahren und Algorithmen, worüber im Vortrag berichtet wird. Hierbei wird die Leistungsfähigkeit moderner numerischer Verfahren, wie der Boundary-Elemente- oder der Finite-Elemente-Methode in Verbindung mit Multigrid-Techniken, anhand von folgenden praktischen Problemstellungen unter Beweis gestellt:

- Schallabstrahlung von Maschinen,
- Computer Aided Engineering von elektrodynamischen Lautsprechern,
- Design mikromechanischer Schallwandler,
- Schallübertragung in bewegten Medien,
- nichtlineare Ultraschallausbreitung in der Prozesstechnik,
- Effizienz von passiven Schalldämmstoffen und -absorbieren.

Abschließend werden die derzeitigen Grenzen sowie die Perspektiven zu ihrer Überwindung diskutiert. Ergänzend wird noch auf jüngste Entwicklungen und Ergebnisse auf dem Gebiet der Interaktion zwischen Strömung und Schall eingegangen.

Do. 9:25 Uhr Audimax I

Plenarvortrag Möser

Schallschutzwände mit verbesserter SchattenwirkungM. Möser*TU Berlin*

Im Vortrag wird die schalltechnische Verbesserung von Schallschutzwänden durch aufgesetzte Körper diskutiert. Dabei zeigt sich, dass durch gezielte Impedanzwahl für die Oberfläche des Schirm-Aufsatzes akustische Vorteile gewonnen werden können. Zu Beginn wird die Wirkung von „klassischen“, schallharten Abschirmwänden mit unterschiedlicher Formgebung diskutiert. Unterstützt durch ein anschauliches Experiment während des Vortrages und die Vorführung von Computer-Trickfilmen sollen sodann die Wirkungen der unterschiedlichen Impedanz-Typen erläutert werden. Es folgt ein Bericht über Messergebnisse an Prototypen, im Ausblick werden Dimensionierungsfragen und zukünftige Weiterentwicklungen angesprochen.

Do. 10:40 Uhr Audimax I

Bauakustik III

Schallschutz bei Wärmedämm-VerbundsystemenLutz Weber, Dieter Brandstetter, Werner Scholl*Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart*

Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) stellen eine wirkungsvolle Maßnahme zur Verbesserung des Wärmeschutzes von Außenwänden dar. Wegen der steigenden Energiekosten werden sie sowohl bei Neubauten als auch bei der Altbausanierung in zunehmendem Maße eingesetzt. Sie bestehen aus Dämmplatten (z. B. aus Polystyrol oder Mineralfasern), die von außen an der Trägerwand befestigt und anschließend verputzt werden. Durch diese Konstruktion entsteht ein schwingungsfähiges System, wobei Trägerwand und Putzschicht als Massen und die Wärmedämmung als Feder wirken. Dies führt zu einer erhöhten Schalldämmung bei hohen Frequenzen, bewirkt aber einen Dämmeinbruch im Bereich der Resonanzfrequenz. Ob eine Verbesserung oder Verschlechterung des Schallschutzes eintritt, hängt vom Aufbau des Systems, wie etwa der Flächenmasse des Putzes oder der Dicke und Steifigkeit der Dämmschicht ab.

Ogleich die akustischen Grundlagen bekannt sind, sind im Detail noch viele Fragen offen. So ist es bislang noch nicht möglich, die Schalldämmung einer Wand mit WDVS zuverlässig vorherzusagen, weil der Zusammenhang zwischen den Konstruktionsmerkmalen und den akustischen Eigenschaften nicht ausreichend geklärt ist. Auch über den Einfluß von WDVS auf die Schall-Längsdämmung von Außenwänden

ist bislang nur wenig bekannt. Aus diesem Grund wird im Fraunhofer-Institut für Bauphysik an einem Forschungsvorhaben zu diesem Thema gearbeitet. Wir erläutern Ziele und Vorgehensweise des Projekts und berichten über erste Untersuchungsergebnisse.

Do. 11:05 Uhr Audimax I

Bauakustik III

Zur Schalldämmung von zweischaligen Fassaden und "Prallscheiben"

Dipl.-Ing. Siegfried Koch, Dipl.-Ing. Pascal Teller

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart

Bei der Schalldämmung zweischaliger Fassaden gehen je nach Konstruktion Erwartung und Messergebnis weit auseinander. Zunächst wird eine gute gestalterische Idee in der Hoffnung umgesetzt, dass sich auch bauphysikalische Vorteile ergeben. Bei den meisten Glas-Doppelfassaden wird aus Gründen der Kühlung die äußere Schale partiell offen gelassen. In diesem Fall ergibt sich nur eine geringe Verbesserung der Schalldämmung der inneren Fassade, in bestimmten Frequenzbereichen sogar eine Verschlechterung, ganz zu schweigen von den Nachteilen durch erhöhte flankierende Schallübertragung im Raum zwischen den beiden Fassadenschalen, wenn dieser horizontal und vertikal nicht segmentiert ist. Am Beispiel von sogenannten "Prallscheiben" vor Fenstern, wie sie hin und wieder in der Altbausanierung Anwendung finden, sollen die Zusammenhänge zwischen geometrischen Verhältnissen und der Änderung der Schalldämmung des Gesamtsystems dargestellt und mit einfachen physikalischen Modellen erklärt werden. Hierbei werden zwei Fälle unterschieden, zum einen die Anordnung einer zusätzlichen Scheibe in geringem Abstand vor der Fassade mit Überdeckung des Fensters und zum anderen die Anordnung in der Einbauöffnung des Fensters in unterschiedlichen Abständen. Die Messungen wurden nach DIN EN ISO 140 im Fensterprüfstand des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik durchgeführt.

Do. 11:30 Uhr Audimax I

Bauakustik III

Schall-Längsdämmung von Steildächern

Dr. Joachim Hessinger, Dipl. Ing. (FH) A. Rabold, Prof. F. Holtz

Labor für Schall- und Wärmemeßtechnik, Edlinger Str. 76, D - 83071 Stephanskirchen

Die Schalldämmung von Wohnungs- und Haustrennwänden in Dachgeschossen wird maßgeblich durch die Schall-Längsleitung in der Dachfläche beeinflusst. Da in den Ausführungsbeispielen Bbl. 1 der DIN 4109 keine Beispiele für den sachgemäßen Anschluß der Trennwände an Steildächer gegeben werden kommt es in Dachgeschosßwohnungen

und beim Dachgeschoßaufbau immer wieder zu Defiziten in der Schalldämmung und darüber zu Streitfällen.

Um die Planungssicherheit in diesem Bereich zu erhöhen wurde, unter Förderung durch den Holzabsatzfond, in den letzten Jahren ein umfangreiches Forschungsvorhaben initiiert, dessen Schwerpunkte in den folgenden Bereichen lagen:

1. Bestimmung von Kennwerten (Schall-Längsdämm-Maß) für häufig vorkommende Anschlußsituation und Standard- Dachkonstruktionen durch Labormessung
 2. Vergleich der Laborergebnisse mit Messungen auf der Baustelle
 3. Untersuchung der Abhängigkeit der Schall-Längsdämmung von eingesetzten Dämmstoffen und Dämmstoffdicken
 4. Optimierung der Schall-Längsdämmung im Hinblick auf die Mindestanforderungen der DIN 4109 bzw. erhöhte Anforderungen, Überprüfung geeigneter Maßnahmen, Sanierung von Dächern mit Defiziten in der Schalldämmung
 5. Charakterisierung der Stoßstelle "Dach – Wand" mit Hilfe der neuen europäischen Kenngröße Stoßstellendämm-Maß
 6. Vergleich Schalldämmung – Schall-Längsdämmung von Dächern
- Erfahrungsgemäß treten die größten Probleme bei Steildächern mit Aufdachdämmung auf. In diesem Vortrag sollen daher für diesen Dachtyp die ersten Ergebnisse vorgestellt werden.

Do. 11:55 Uhr Audimax I

Bauakustik III

Der Einfluss von Türen und Fenstern auf die Flankenübertragung

Jochen Seidel

YTONG Entwicklungszentrum

Mit der DIN EN 12354-1 sollen die akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften berechnet werden können. Das Verfahren berücksichtigt folgerichtig neben der Schallabstrahlung des trennenden Bauteils selbst auch die Abstrahlung der flankierenden Wände.

Vereinfachend liegt dem Verfahren die Annahme zugrunde, dass sich auf einer flankierenden Wand überall ein einheitlicher Körperschallpegel einstellt. Die von der flankierenden Wand abgestrahlte Schallleistung wird nach der Norm proportional zu deren Fläche und zum Körperschallpegel der anregenden Wand und der Dämmung der Stoßstelle angenommen.

In den realen Situationen am Bau sind die Wandflächen jedoch meist von Fenster und Türen unterbrochen. Diese Öffnungen verringern die

Körperschallpegel auf der der Stoßstelle abgewandten Seite der Öffnung. Sie bewirken damit wegen der geringeren abgestrahlte Schallleistung eine Steigerung des resultierende Schalldämm-Maßes R' . Mit einer Messreihe untersuchte das YTONG Entwicklungszentrums im Auftrag der Forschungsvereinigung Porenbeton die Auswirkungen von Fenstern und Türen quantitativ.

Die Messungen wurden an einer freistehenden Stoßstelle im Labor ausgeführt. Die vermessene Stoßstelle entspricht dem in der Praxis verbreiteten Fall einer Aussenwand aus Porenbeton mit einer Wohnungstrennwand aus Kalksandstein. Etwa in die Mitte eines Wandflügels aus Porenbeton wurden zeitlich nacheinander eine Fenster- und eine Türöffnung geschnitten. Bestimmt wurde das Stoßstellendämm-Maße K_{ij} zwischen jeder der Flächen beiderseits der Öffnungen und den unveränderten Flügeln der Stoss-Stelle. Gemessen wurde nach dem aktuellen Entwurf der DIN EN ISO 10848.

Die Ergebnisse der Messreihe werden vorgestellt. Die Messwerte zu den verschiedenen Öffnungen werden verglichen mit denen der Stoßstelle ohne Öffnung. Auch die Messergebnisse beiderseits der Öffnungen werden jeweils verglichen. Vorschläge zur Berücksichtigung im Rechenverfahren der DIN EN 12354 werden diskutiert.

Ende der Sitzung

Do. 13:10 Uhr Audimax I

Raumakustik

Meßunsicherheiten bei der ISO-Meßmethode für Streugrade

Márcio Henrique de Avelar Gomes, Michael Vorländer

Institut für Technische Akustik RWTH-Aachen

Für die Messung des Streugrades im Hallraum ist die Mommertz/Vorländer-Methode der bevorzugte Kandidat für eine internationale Standardisierung. Bei dieser Methode wird die Impulsantwort eines Hallraums gemessen, und zwar zunächst ohne und später mit zahlreichen verschiedenen Positionen der Probestfläche. Addiert man die Impulsantworten, so erhält man eine "geometrisch reflektierte" Impulsantwort, deren Energie im Vergleich zu einem Einzelmessergebnis schneller mit der Zeit abklingt. Daraus ist der Absorptionsgrad und der "geometrische Absorptionsgrad" zu ermitteln. Schließlich wird der Streugrad berechnet.

Zur Zeit entwickelt eine ISO-Arbeitsgruppe die betreffende Methode weiter und einige Fragen sind noch zu beantworten. Zum Beispiel, wie wird eine durch den Kanteneffekt gestört? Bei Messungen im maßstäblichen Modellen spielt außerdem die Luftabsorption eine wichtige Rolle.

Unterschiedliche Gleichungen, mit denen man die Unsicherheit einer Messung vorhersagen kann, wurden benutzt und die Ergebnisse mit Messergebnissen verglichen. Die Benutzung dieser Fehlergleichungen wird weiter diskutiert.

Do. 13:35 Uhr Audimax I

Raumakustik

Nachhallzeit in Räumen mit ungleich verteilten Schallabsorptionsflächen

Reinhard O. Neubauer

Ing.-Büro Neubauer VDI

Die Berechnung der Nachhallzeit in kubischen Räumen mit den bekannten Nachhallzeitformeln (Sabine, Eyring, Millington-Sette) setzt im allgemeinen eine Gleichverteilung der schallabsorbierenden Flächen voraus. Diese Forderung ist eine von einer Anzahl von Voraussetzungen zur Beschreibung des zu gewährleistenden diffusen Schallfeldes in Räumen zur Berechnung der Nachhallzeit. Die Verwendung der Sabine'schen Gleichung ist überdies, unter der Annahme einer Gleichverteilung der Schallabsorptionsflächen, im allgemeinen begrenzt auf kleine Schallabsorptionsgrade. Für größere Schallabsorptionsgrade der Schallabsorptionsflächen eignet sich die Anwendung der Eyring'schen Nachhallzeitformel. In der gängigen Praxis ist jedoch weder eine Gleichverteilung der schallabsorbierenden Flächen, noch ein diffuses Schallfeld in dem Raum zu erwarten. Üblicherweise beschränkt sich in realen Räumen die Schallabsorptionsfläche auf die Decke und den Fußboden. Es kann deshalb nicht unmittelbar erwartet werden, dass die Gleichung von Sabine oder Eyring, die tatsächliche Nachhallzeit richtig schätzt. Bereits 1959 wurde von Fitzroy eine empirische Gleichung zur Nachhallzeit angegeben die bei ungleichmäßiger Verteilung der schallabsorbierenden Flächen zu einem besseren Schätzwert der tatsächlichen Nachhallzeit führen sollte. In diesem Beitrag werden die bekannten Nachhallzeitgleichungen (Sabine, Eyring, Millington-Sette, Tohyama, Fitzroy, Arau, Nilsson) verglichen und es wird eine Korrektur der Fitzroy Gleichung vorgestellt. Die Berechnungsergebnisse werden abschließend mit messtechnisch ermittelten Nachhallzeiten verglichen und computersimulierten Nachhallzeiten gegenübergestellt.

Do. 14:00 Uhr Audimax I

Raumakustik

Über Versuche zur Auralisation virtueller Studioräume

Lamparter Stumpner

Institut für Rundfunktechnik München

Bei der Planung von Studios - besonders bei Abhörräumen - ist es häufig ein Problem, den Nutzern die akustische Wirkung baulicher und akustischer Maßnahmen zu verdeutlichen. Es wurde ein Programm entwickelt, das nicht nur den Planer bei seiner Arbeit durch die Darstellung akustischer Parameter unterstützen, sondern zusätzlich die Abhörsituation durch Auralisation realitätsnah wieder geben soll. Die bei der Realisierung eingegangenen Kompromisse und die Elemente des Programms werden kurz vorgestellt. Über erste praktische Erfahrungen wird berichtet.

Do. 14:25 Uhr Audimax I

Raumakustik

Vergleich ausgewählter objektiver raumakustischer Parameter hinsichtlich ihrer Korrelation mit dem subjektiven Eindruck "Scheinbare Quellbreite" bei Musikdarbietungen

Andreas Then, Matthias Blau

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Der subjektive Eindruck "Scheinbare Quellbreite" (ASW) wird als wichtige Komponente des Raumeindrucks bei der Darbietung von Musik angesehen. Von den objektiven Kriterien, die mit diesem Eindruck korrelieren, haben sich neben dem Lautstärkemaß bei tiefen Frequenzen insbesondere der frühe Anteil des Seitenschallgrades und des interaurale Kreuzkorrelationskoeffizienten etabliert.

An der TU Dresden wurde in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts ein alternatives Raumeindrucksmaß entwickelt, dessen früher Anteil ebenfalls zur objektiven Abschätzung von ASW geeignet scheint. Der wichtigste Unterschied zu den beiden vorgenannten Kriterien besteht darin, daß zusätzlich eine Bewertung der Verzögerungszeit einzelner Reflexionen vorgenommen wird.

In subjektiven Tests in einem synthetischen Schallfeld wurde untersucht, wie gut die drei Kriterien mit ASW korrelieren.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen legen nahe, daß die Einbeziehung der Verzögerungsinformation dann sinnvoll ist, wenn einzelne frühe Reflexionen dominant sind.

Do. 14:50 Uhr Audimax I

Raumakustik

Zur Akustik und Bauphysik des zukünftigen Wohnzentrums – Ende des traditionellen Wohnungsbaus?

Langlotz, T., Völker, E.J.

IAB Institut für Akustik und Bauphysik, Kiesweg 22, 61440 Oberursel

Das Wohnzentrum der Zukunft ist eine multimediale Ereigniswelt. Interaktive Kommunikation einschließlich Sendung und Empfang von Audio- und Videodaten sowie eine Spiel- und Erlebniswelt prägen Freizeit- und Berufsaktivitäten. Es wird Arbeitsplätze für konzentrierte Tätigkeiten sowie Ruhezone geben. Auszugehen ist von hochmotivierter Tätigkeit in völliger Eigenverantwortung und persönlicher Freiheit. Neue Strukturen der beruflichen Aktivität ergeben sich aus größerer Mobilität, Flexibilität und Dienstleistungsangebot. Die Realisierung des Wohnzentrums beinhaltet wichtige akustische und bauphysikalische Aufgabenstellungen, die Auswirkungen haben auf Baustoffe, Raumformen und Nutzungen. Der winterliche und sommerliche Wärmeschutz, natürliche Be- und Entlüftung und die gezielte Nutzung von Speichermassen sind wichtige Ansätze im Sinne einer thermischen und hygrischen Raumanalyse. Die Akustik erfordert raumakustische Maßnahmen zur Unterdrückung störender Schallreflektionen. Der Schallschutz gegenüber benachbarten Wohnungen und Nachbarschaften erfordert neue Bauweisen bei gleichzeitiger Limitierung von Baukosten. Die Energieeinsparverordnung 2000 und erhöhter Schallschutz nach DIN 4109 setzen neue Akzente und erfordern ein Umdenken am Bau.

..... **P a u s e**

Do. 15:40 Uhr Audimax I

Raumakustik

Raumakustische Maßnahmen im Schloßtheater Rheinsberg

J. Hoffmeier H.-P. Tennhardt

GEBRA mbH / IEMB e.V.

Seit 1945 war das Schloßtheater Rheinsberg eine Ruine und wurde nach umfangreichen Restaurierungs-, Erweiterungs- und Umbaumaßnahmen als Studiotheater zum Jahreswechsel 1999/2000 eröffnet. Ziel der Projektierung war eine vielfältige Nutzung für Konzert, Oper, Theater und Probetrieb unter akustisch optimalen Bedingungen, wobei der Standort der Bühne und die Anordnung des Publikums sehr variabel sein sollte. Es werden raumakustische Anforderungen für Multifunktionstheater aufgestellt. So erfordern die vorgesehenen Nutzungen eine variable Anpassung der Nachhallzeit von 1s bis 1,5 s. Die Probleme der Primär- und Sekundärstruktur des Raumes werden erläutert und im Anschluß wird die realisierte, optimale Variante der Gestaltung der

Umfassungsbauteile des Saales vorgestellt. Dabei wird speziell auf die Auswirkung auf die räumliche- und zeitliche Schallfeldstruktur eingegangen. Weiterhin wird das System variable Akustik dargestellt und die Wirksamkeit aller Maßnahmen mit Meßwerten untermauert.

Do. 16:05 Uhr Audimax I

Raumakustik

Einfluß von baulichen Veränderungen auf die Nachhallzeit in einer Kirche

Antje Harting Hans-Peter Leimer

BBS INGENIEURBÜRO

Die Brüdernkirche in Braunschweig soll im Zuge einer Umnutzung im Bereich des Lettners eine Glaswand als Trennung zwischen Hohem Chor (5284 m^3) und 3-schiffiger Halle (12346 m^3) erhalten. Ferner wird im Bereich der Halle, in ca. 4 m Höhe über Fußbodenniveau eine Empore eingebaut, die als Bibliothek genutzt werden soll und auf der ca 58.000 Bücher des Priesterseminars aufgestellt werden. Das Hallenschiff soll zum einen als Veranstaltungs- und Empfangsraum für ca. 270 Personen dienen aber auch weiterhin als Stätte für Gottesdienste erhalten bleiben.

Der Wunsch des Nutzers, hier vor allem des Organisten, ist die Beibehaltung der Nachhallzeit im Kirchenraum.

Aufgrund der vielfältigen Nutzung des Raumes, bestehen unterschiedliche Anforderungen an die Nachhallzeit in Bezug auf die Funktion als Raum für Sprache oder Musikdarbietung. Die Anforderung an die mittlere Nachhallzeit variiert zwischen $T_m = 2.5 \text{ s}$ für Musik und $T_m = 1.3 \text{ s}$ für Sprache.

Die Nachhallzeit in der Kirche wurde mit der klassischen Formel von Sabine für die Kirche im Bestand und nach der Veränderung abgeschätzt. Der Schallabsorptionskoeffizient der raumumschließenden Oberflächen kann über das gesamte Frequenzspektrum als gering eingestuft werden. Teilweise bestehen Absorptionsflächen unterhalb der Bestuhlung. Eine erste Abschätzung der Nachhallzeit lieferte für beide Varianten ähnliche Werte und lag im tieffrequenten Bereich mit ca. 5s und im hochfrequenten Bereich mit ca. 10s für beide Nutzungen zu hoch. Mit Hilfe einer detaillierten raumakustischen Simulation mit dem Programmsystem CATT-Acoustic wurde der Einfluß der Anordnung temporärer schallabsorbierender Maßnahmen untersucht.

Do. 16:30 Uhr Audimax I

Raumakustik

Zur Akustik in Johann Sebastian Bachs KirchenJürgen Meyer*Bergiusstraße 2a, 38116 Braunschweig*

Die akustischen Verhältnisse in Kirchen werden nicht nur durch die Länge der Nachhallzeit, sondern insbesondere durch deren Frequenzverlauf geprägt. In einer repräsentativen Zusammenstellung von Meßergebnissen aus etwa 50 gotischen und 40 barocken Kirchen werden die baustil-typischen Eigenarten beider Gruppen verglichen. Auf dieser Grundlage werden einige Kirchen, die in J. S. Bachs Leben eine wichtige Rolle gespielt haben, mit rekonstruierten Nachhallkurven für Bachs Zeit in ihrer klanglichen Wirkung diskutiert. Da zu gehören u. a. Kirchen in Ohrdruf, Lüneburg, Arnstadt und Mühlhausen. Lange Nachhallzeiten führen zwangsläufig zu relativ langen Einschwingzeiten des statischen Schallfeldes im Raum. Deshalb kommt den ersten Reflexionen eine besondere Bedeutung zu. In gotischen Kirchen treffen diese vielfach in zwei Gruppen ein: zunächst höherfrequente Reflexionen von den Säulen und Pfeilern und erst später die tieferfrequenten Reflexionen von den Seitenwänden. Die Grenze für eine weitgehend vollständige Reflexionen durch die Säulen liegt in gotischen Kirchen typischerweise in der Größenordnung um 1300 bis 1400 Hz, eine weitgehend vollständige Beugung um die Säulen herum tritt etwa unterhalb 300 Hz auf. Zwischen diesen Grenzen nimmt mit steigender Frequenz die Beugung ab und die Reflexion zu. Dieser Effekt verlängert noch zusätzlich die Einschwingzeit der tiefen Tonlagen und unterstützt damit den von Bach geschätzten "gravitatischen" Orgelklang.

Do. 16:55 Uhr Audimax I

Raumakustik

"Alte" und "neue" Schallabsorber im Plenarsaal des Deutschen BundesratesUlrich Taubert(1) Hans-Peter Tennhardt(2), Jörn Hoffmeier(3), Wolfgang Ahnert(4)

(1)TAUBERT und RUHE GmbH, Halstenbek; (2)Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken IEMB, Berlin; (3)Gesellschaft für Bau- und Raumakustik mbH GeBRA, Berlin; (4)ADA Acoustic Design Ahnert, Berlin

Der Plenarsaal des Deutschen Bundesrates im ehemaligen Preußischen Herrenhaus in Berlin stellte aufgrund seines großen Raumvolumens

und wegen der architektonischen Ansprüche besondere Anforderungen an die Auswahl und Anordnung raumakustischer Materialien sowie die Gestaltung der Beschallungsanlage. Im Rahmen der raumakustischen Planung wurden deshalb sowohl raumakustische Computersimulationen als auch Modellmessungen für Hörsamkeit und Beschallung durchgeführt. Es werden zunächst die grundsätzlichen raumakustischen Randbedingungen und Anforderungen des Plenarsaals erläutert. Weiterhin erfolgt die Darstellung der Computersimulationsberechnungen sowohl für die Vorbereitung der Modellmessungen, als auch für die Beschallungsanlage. Die Ergebnisse der Modellmessungen werden ebenfalls vorgestellt. Die mit Hilfe der Computersimulation und der Modellmesstechnik mögliche Optimierung der Anordnung und Ausführung der raumakustischen Maßnahmen wird gezeigt. Abschließend werden die unterschiedlichen Typen der verwendeten Schallabsorber vorgestellt. Hierbei handelt es sich sowohl um klassische ("alte") Absorbertypen, wie gelochte oder ungelochte Holzverkleidungen, als auch um moderne ("neue") Absorbertypen aus mikroperforierten Acrylglasplatten.

Do. 17:20 Uhr Audimax I

Raumakustik

Auditorium mit kreisförmigem Grundriss – der große Gerichtssaal im Internationalen Seegerichtshof Hamburg

Hans-Peter Tennhardt, Carsten Ruhe

Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken (IEMB) e.V. an der TU Berlin

Auditorien mit kreisförmigem Grundriss bedürfen besonderer raumakustischer Beachtung, wie das Beispiel des ehemaligen Plenarsaals des Bundestages in Bonn gezeigt hat. Der von der Bundesrepublik Deutschland für die UNO errichtete Internationale Seegerichtshof in Hamburg (Architektin: Emanuela Freiin von Branca, München) hat als zentralen großen Gerichtssaal einen Zylinderraum, der über zwei, im rechten Winkel versetzte Schiebewände durch kleine Gerichtssäle erweitert werden kann. Neben dem raumakustischen Planungskonzept werden die Ergebnisse der durchgeführten raumakustischen Modelluntersuchungen nach dem Impuls-Schall-Test (IST)-Verfahren unter Einbeziehung der elektroakustischen Beschallungsanlage in den verschiedenen Raumkonfigurationen und die daraus abgeleiteten Maßnahmen vorgestellt. Zur Zeit gewährleistet gegenüber der Computersimulation am mathematischen Modell nur die Messtechnik am physikalischen Modell die erforderliche hohe Planungssicherheit bei komplizierten Raumformen. Die Ergebnisse der objektiven raumakustischen Erprobungsmessungen werden im Vergleich mit den Planungsvorgaben der Modelluntersuchungen diskutiert.

Do. 17:45 Uhr Audimax I

Raumakustik

Ein Hörsaal als Kreißaal von Spiegelschallquellen - was nun? Was tun?

Werner Vespermann

HBK Braunschweig

Die Wissensträgerin und Beraterin für den universitären Hörsaalbau der Bundesrepublik Deutschland und ihrer Länder ist die Hochschul Informations System (HIS) GmbH. In ihrem Papier "Materialien zur Hörsaalplanung" (Hannover 1995) beschreibt sie dezidiert - auf den Punkt genau - auf der Basis der Hör- und Psychoakustik, wie kriminell es ist, kleine und mittlere Hörsäle als Kreissäle zu bauen: Solche Kreissäle werden zu Kreißälen: Sie produzieren Spiegelschallquellen, und die Spiegelschallquellen wieder Spiegelschallquellen wieder Spiegelschallquellen ... Der Sitz des HIS ist in Hannover. Doch der Prophet gilt nichts im eigenen Lande: Die hannoverschen Architekten Poos und Isensee lieferten an der FH Hildesheim einen kreisrunden Kakophonietopf ab: Etwa ein Drittel aller Hörerplätze drohen zu unwirtlichen Orten zu werden: Was nun? Akustiker, rette, was zu retten ist: Die Raumakustiker dämmten und als "Elektroakustiker" zog ich alle Register - Telefonen-Strahlergruppentechnik, patentiert 1948 - Constant-Directivity (CD) Lautsprechertechnik - Beschallung allein punktförmig per 1. Wellenfront. So wurde aus dem Kakophonietopf scheinbar doch ein Hörsaal. Darüber möchte ich Ihnen gern berichten.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik III

Lärminderung im Pkw-Innenraum durch Kunststoffschläuche mit Innenwendel

U. Ackermann(1) M. Donner(2), H. J. Weinheimer(2)

(1) Labor für Lärmbekämpfung (LfL) der Märkischen Fachhochschule (MFH), Iserlohn; (2) Kunststoffwerk Voerde Hueck & Schade GmbH, Ennepetal-Voerde

Kunststoffschläuche werden in PKW mit Schiebedach eingesetzt, um Wasser, das z. B. bei Regen oder in Autowascheinlagen in die am Fahrzeugdach vorhandenen Spalte eindringt, durch die Fahrzeugsäulen nach unten abzuleiten. Am Wasseraustritt der Schläuche kann der durch Fahrtwind und Reifenrollgeräusche erzeugte Lärm von außen

in die Fahrgastzelle gelangen und den Fahrkomfort erheblich beeinträchtigen. In umfangreichen Untersuchungen wurde ein Innenwendelschlauch entwickelt, der die Geräusche deutlich reduziert, und das Wasser genau so gut ableitet, wie der Standardschlauch. Die akustische Wirkung des Innenwendelschlauchs beruht auf einer Kombination aus Absorption und Reflexion.

Do. 11:05 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik III

Charakterisierung von Reifengeräuschen mit Geräuschbegriff

Sandra Buss*) Reinhard Weber*), Werner Liederer**), Volker Mellerlert*)

*) *Universität Oldenburg, Fachbereich Physik / Akustik, 26111 Oldenburg*, **) *Continental AG, Jädekamp 30, 30419 Hannover*

Im Rahmen der Verbesserung und Weiterentwicklung von Reifen werden unter anderem subjektive Beurteilungen der Reifengeräusche durchgeführt. Daraus werden Kriterien zur Optimierung der Reifen abgeleitet.

Bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten erfolgt die Beurteilung der Reifen mit einer kategorialen Notenskala in Verbindung mit der Charakterisierung besonderer Geräuschphänomene mit Geräuschbegriffen. Beurteilungen von über 800 Reifensätzen in einem Zeitraum von drei Jahren werden einer Analyse unterzogen. Dabei werden verschiedene statistische Verfahren angewendet, die hier an einigen Beispielen gezeigt werden sollen. Untersucht wird z.B. die Häufigkeit des Auftretens verschiedener Geräuschphänomene sowie die Anzahl der bei einem Reifensatz in einem Geschwindigkeitsintervall auftretenden Phänomene. Außerdem wird der Zusammenhang zwischen den einzelnen Geräuschphänomenen und der daraus resultierenden Verschlechterung der Benotung betrachtet. Die Häufigkeit, mit der spezifische Phänomene in den einzelnen Geschwindigkeitsbereichen auftritt, wird ebenfalls beschrieben.

Do. 11:30 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik III

Simulation von Fahrzeugaußengeräuschen

Roland Sottek Winfried Krebber, Klaus Genuit

HEAD acoustics GmbH, Herzogenrath

Im Rahmen des europäischen Projektes SVEN (Sound Quality of Vehicle Exterior Noise) soll die Verkehrslärmsituation in den Städten und Vorstädten verbessert werden. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen zunächst die Auswirkungen von Fahrzeuggeräuschen auf den Menschen bekannt sein. Geeignete Messungen und Analysen werden verwendet, um eine objektive Beschreibung von Fahrzeugaußengeräuschen und Verkehrsgeräuschen zu erhalten, die mit der subjektiven Bewertung und den physiologischen Auswirkungen korreliert.

In diesem Beitrag wird ein Hybridmodell zur Berechnung binauraler Fahrzeugaußengeräusche vorgestellt. Die Grundlage hierzu bilden die Messungen der Anregungssignale (an der Abgasanlage, an der Ansaugung, am Motor, an den Reifen) und der binauralen Übertragungsfunktionen von den Quellen zu einem Kunstkopf. Das Modell erlaubt die Simulation beliebiger Fahrsituationen. Am Beispiel einer simulierten Vorbeifahrt werden die Auswirkungen der einzelnen Teilschallereignisse auf das gesamte Fahrzeugaußengeräusch untersucht.

Do. 11:55 Uhr Audimax II

Fahrzeugakustik III

Sound-Engineering an Motorrädern

Dipl.-Ing. Dirk Grundke Dipl.-Ing. Guido Bau (FH)

FTZ an der Westsächsischen HS Zwickau (FH) / MZ Engineering GmbH

Motorrad-Sound - heute ein wesentliches Kriterium zur Entscheidung über den Kauf eines (welchen?) Motorrades - emotional heiß diskutiert in Biker-Kreisen - mit Begriffen belegt wie "satt" oder "kernig"- ist gegenwärtig in der Fahrzeugakustik noch eine Karte mit einigen weißen Flecken. Die Erwartungshaltung der potentiellen Käufer an den Motorrad-Sound ist abhängig von der Art der favorisierten Modellgruppe (Chopper, Cruiser, Sportler) über Motoren- Bauformen bis hin zu Unterschieden in den Hubraumklassen. Diesen Erwartungshaltungen zu entsprechen, ist Ziel des Sound-Engineerings. Um Sound-Engineering effektiv zu betreiben, ist einerseits das Wissen um die physikalischen Vorgänge (Anregungs-, Übertragungs- und Abstrahlmechanismen) der

akustisch relevanten Baugruppen (Ansaug- und Auspuffanlage, Motormechanik) vonnöten, andererseits sind die "Ziel-Sound"-Erwartungshaltungen zu objektivieren. Die konstruktive Umsetzung von Sound-Zielgrößen bedingt eine durchgehende Simulation der geräuschrelevanten Vorgänge innerhalb (Anregung, Übertragung) und außerhalb (Abstrahlung) der Hauptschallquellen und deren meßtechnische Verifikation. Sound-Zielgrößen zu objektivieren beinhaltet sowohl die - möglichst gehörgerechte - Aufnahme von Motorradgeräuschen der verschiedensten Motorrad-Klassen als auch die Durchführung von Ranking-Feldversuchen. Im Ergebnis sind Wichtungen von Geräuschkenngößen zu ermitteln, die bestimmten - noch zu formulierenden - Sound-Attributen am besten entsprechen (z.B. "sportlich", "kraftvoll" usw.). Zum Stand der Arbeiten möchten wir Ihnen berichten.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher II

Korrigierbarkeit aufstellungsbedingter Lautsprechereigenschaften

Dr.-Ing. Horst Wollherr

Institut für Rundfunktechnik

Das Übertragungsverhalten von Lautsprechern wird üblicherweise im ungestörten Schallfeld (Direktfeld) beschrieben. Im Hallraum (Diffusfeld) können auch Aussagen über die frequenzabhängige Gesamtabstrahlung bei freier Aufstellung getroffen werden. Sind die Räume, in denen Lautsprecher betrieben werden, genügend groß, kann aus der Kombination dieser Ergebnisse mit brauchbarer Zuverlässigkeit auf die Klangfarbenqualität im Anwendungsfall geschlossen werden. In üblichen Raumsituationen sind aber im hauptsächlich interessierenden Frequenzbereich sowohl die linearen Raumabmessungen, wie auch die Abstände der Lautsprecher zu reflektierenden Wänden im Vergleich mit den Schallwellenlängen weder ausreichend groß, noch ausreichend klein. Es ist also weder mit einer Diffusfeld? noch mit einer Druckkammeranregung zu rechnen. Vielmehr entstehen einerseits Rückwirkungen der den Lautsprecher benachbarten Wände auf die Richtungs? und Frequenzabhängigkeit der Lautsprecherabstrahlung. Andererseits bilden sich durch die Überlagerung reflektierter Schallwellen für die verschiedenen Frequenzen unterschiedlich ausgeprägte Wellenmuster (Moden) aus. Bei der Abtastung eines Modenfeldes ergeben sich an allen Raumpunkten unterschiedliche Spektren. Für einen bestimmten Frequenzbereich, der an einem Abhörpunkt gegenüber dem Mittel der

anderen Frequenzen abgesenkt wird, tritt an anderer Stelle eine Überhöhung auf. Eine Korrektur des Frequenzganges an einem bestimmten Punkt durch elektrische Entzerrung verstärkt die Klangfarbenfehler an anderen Positionen. Deshalb dürfen derartige Mängel nur durch raumakustische Maßnahmen bearbeitet werden. Bei Rückwirkungen der dem Lautsprecher benachbarten Flächen auf dessen Gesamtabstrahlung ist eine (behutsame) Entzerrung zulässig, da der Frequenzgang der Gesamtabstrahlung gleichgerichtete Auswirkungen auf alle entfernten Raumpunkte hat. Es soll gezeigt werden, wie messtechnisch und rechnerisch eine Trennung der entzerrbaren und nicht-entzerrbaren Anteile näherungsweise möglich ist.

Do. 11:05 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher II

Der Lautsprecher im Regieraum - unter Berücksichtigung der Mikrofonaufnahme

E.J. Völker

IAB Institut für Akustik und Bauphysik, Kiesweg 22, 61440 Oberursel/Taunus

Der Lautsprecher ist ein Teil des Übertragungssystems zwischen dem Mikrofon in der Aufnahmesituation und dem Abhörplatz. Der Lautsprecher kann nur so gut sein wie das ankommende Signal, das auf dem Übertragungsweg vielfältige Veränderungen erfährt. Es stellt sich die Frage, wie gut ist die Reproduktion und wie gut sind die Abhörbedingungen im Regieraum. Die Erkennung sehr früher Schallanteile und die Beurteilung von späteren eingeschwungenen Schallereignissen verlangen die hochwertige Lautsprecherwiedergabe. Für den Abhörplatz müssen akustische Bedingungen geschaffen sein (z. B. V-Kriterium), um Störfaktoren auszuschalten. Ausgangspunkt ist die Mikrofonaufnahme, die am geeigneten Ort stattfinden muß. Die Lautsprecherwiedergabe beantwortet zugleich die Frage nach der Qualität der Aufnahme, wie sie insbesondere von Musikern und Dirigenten häufig bemängelt wird. Zeitverzögerungen bei digitalen Berechnungs- und Übertragungsabläufen bedeuten eine Verwischung im frühen Zeitbereich, wodurch sich impulsgetreue Schallereignisse beim natürlichen Hören (z. B. am Ort des Dirigenten) nicht erreichen lassen. Für Lautsprecher und Wiedergabebeziehungen im Abhörraum werden Anforderungsprofile definiert.

Do. 11:30 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher II

Theoretische Grundlagen zur Anwendung von Line-Arrays in der modernen BeschallungstechnikAnselm Goertz*Audio & Acoustics Consulting Aachen*

Line-Arrays haben in der modernen Beschallungstechnik seit einigen Jahren eine zunehmende Bedeutung erhalten. Auf der Basis einer Liniennquelle agieren diese Systeme in bestimmten Frequenzbereichen als Zylinderwellenstrahler und erlauben es so, auch in akustisch schwieriger Umgebung sehr gezielt bestimmte Bereiche zu beschallen bzw. auszublenden. Dieser Vortrag soll aufzeigen, auf welchen theoretischen Grundlage das Verfahren basiert und wie weit Berechnungen und Messungen des Abstrahlverhaltens übereinstimmen.

Do. 11:55 Uhr SBS95, Raum 016

Lautsprecher II

Die praktische Anwendung von Line-Arrays in der Beschallungstechnik und ihre Berücksichtigung in SimulationsprogrammenAnselm Goertz*Audio & Acoustics Consulting Aachen*

Line-Arrays für die Beschallungstechnik werden heute von verschiedenen Herstellern in den unterschiedlichsten Ausführungen vom Breitband-Bändchenlautsprecher bis zum 4-Wege PA-System angeboten. Im ersten Teil gibt dieser Beitrag eine Übersicht über den heutigen Stand der Technik. Im zweiten Teil soll ein besonderes Augenmerk auf die Problematik der Berücksichtigung von Line-Arrays respektive Zylinderwellenstrahlern in Simulationsprogrammen gelegt werden.

Ende der Sitzung

Do. 13:10 Uhr SBS95, Raum 016

Numerische Methoden

DFEM-Schalleistungsbestimmung an frei schwingenden StreifenstrahlernG. Hübner, B. Kienzle, V. Wittstock, A. Gerlach*ITSM, Universität Stuttgart*

Die Direkte Finite Elemente Methode (DFEM) ist ein Verfahren zur Bestimmung der Schalleistung direkt aus den Quellgrößen und aus der Geometrie der Anordnung. Bislang wurden bei eingebettet schwingenden Streifen- und Plattenstrahlern sowie bei dreidimensional ausgedehnten Quellen mit geschlossenen Oberflächen die abstrahlenden Elemente durch ein Netz von Monopolen ersetzt. Am Beispiel des frei schwingenden Streifenstrahlers, auch höherer Schwingungsordnung, wurde nun eine Dipolanordnung zur Modellierung verwendet. Die erforderliche Diskretisierung der schwingenden Oberfläche wurde in Abhängigkeit von Frequenz und Körperschallwellenzahl ermittelt. Erste experimentelle Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung zwischen Schalleistungen, die zum Einen mit dem Intensitätshüllflächenverfahren und zum Anderen mit dem DFEM-Dipolalgorithmus ermittelt wurden.

Do. 13:35 Uhr SBS95, Raum 016

Numerische Methoden

Zum Einfluß nichtlinearen Strukturverhaltens auf die Schallabstrahlung bei gekoppelten SystemenOliver Czygan, Otto von Estorff*Arbeitsbereich Mechanik und Meerestechnik, Technische Universität Hamburg-Harburg*

Bei der Untersuchung des vibroakustischen Verhaltens linearer gekoppelter Fluid/Struktur-Systeme hat sich eine Kombination der Finite-Elemente-Methode (FEM) mit der Boundary-Elemente-Methode (BEM) bewährt. Während die Finiten Elemente zur Beschreibung von komplexen Strukturen, Inhomogenitäten oder anisotropem Materialverhalten gut geeignet sind, ermöglicht die Verwendung von Boundary Elementen die Modellierung eines akustischen Fluids mit halbunendlicher Ausdehnung. Die Fundamentallösung der BEM berücksichtigt hierbei die Energieabstrahlung ins Unendliche, wohingegen konventionelle Finite Elemente für unbegrenzte Gebiete nicht zufriedenstellend angewendet werden können: an den Rändern des diskretisierten Bereichs werden Wellen reflektiert, sofern nicht spezielle halbunendliche Elemente zum Einsatz kommen. Finite Elemente ermöglichen jedoch

nicht nur die Nachbildung linearen Strukturverhaltens, es können darüber hinaus auch nichtlineare Effekte, z. B. infolge großer Verformungen oder eines nichtlinearen Stoffgesetzes, erfaßt werden. In diesem Beitrag werden beide Methoden – die FEM für die schallabstrahlende Struktur und die BEM für das akustische Fluid – direkt im Zeitbereich formuliert. Somit kann nicht nur die Reaktion des Systems auf dynamische, nichtharmonische Anregungen untersucht werden, sondern es sind auch nichtlineare Effekte im Strukturbereich erfaßbar. Die Kopplungsstrategie wird dargestellt und die Anwendbarkeit des hier vorgeschlagenen Algorithmus anhand von numerischen Beispielen gezeigt. Es fällt auf, daß Nichtlinearitäten durchaus einen signifikanten Einfluß auf das Gesamtverhalten des gekoppelten Systems und damit auf die Schalldruckverteilung im Fluid haben können.

Do. 14:00 Uhr SBS95, Raum 016 Numerische Methoden

Ansätze zur Berechnung von Strömungsgeräuschen für industrielle Anwendungen

Eike Brechlin, Zoubida El Hachemi, Peter Van Ransbeeck, Luc Creemers

LMS International

Die Berechnung von Schallfeldern mit Hilfe von Randelemente und Finite Elemente Methoden hat sich mittlerweile als Standardwerkzeug bei der Entwicklung geräuscharmer Produkte bewährt. Bisher sind diese Verfahren zumeist auf den Fall ruhender oder mit gleichförmiger Geschwindigkeit strömender Fluide beschränkt. Viele industrielle Anwendungen im Automobilbau sowie der Luft- und Raumfahrt erfordern jedoch auch die Berechnung der Schallentstehung durch instationäre und turbulente Strömungen. Bestehende Ansätze auf der Basis einer direkten Lösung der instationären Navier-Stokes Gleichungen im Zeitbereich sind aufgrund der hohen Rechenzeiten und der ungenügenden Genauigkeit in der Regel auf die Bereiche niedriger und mittlerer Reynoldszahlen beschränkt.

Im Vortrag werden vielversprechende Ansätze für die Berechnung von Strömungsgeräuschen vorgestellt, die auf einer Kombination bestehender Verfahren der numerischen Fluidodynamik und der numerischen Akustik basieren. Diese Ansätze beruhen auf der sog. "akustischen Analogie" von Lighthill und Ffowcs Williams-Hawkings, bei der einzelne Terme der Navier-Stokes Gleichungen als akustische Quellen (Monopole, Dipole, Quadrupole) betrachtet werden, die im Inneren des Schallfelds sowie auf dem Rand verteilt sind. Im Gegensatz zu den bisherigen auf dieser Analogie aufbauenden Verfahren, die nur Näherungslösungen für den Schalldruck im Fernfeld liefern, können mit diesen

Ansätzen sowohl die Nah- und Fernfelder von strömungsakustischen Quellen als auch die Schallstreuung an festen Oberflächen berechnet werden. Im Vortrag werden neben den grundlegenden theoretischen Zusammenhängen die Ergebnisse von Testrechnungen sowie Ansätze zur Integration dieser Verfahren in das Softwarepaket Sysnoise vorgestellt.

Do. 14:25 Uhr SBS95, Raum 016 Numerische Methoden

Akustische Rückstreuung getauchter Strukturen mit schallabsorbierender Beschichtung – Numerische Modellierung und Experiment

Jan Ehrlich, Harald Peine

Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik, Klausdorfer Weg 2-24, 24148 Kiel

Der Entwurf akustischer Absorber für Wasserschall beruht auf Rechnungen mit unendlich ausgedehnten ebenen Platten bei senkrechtem Schalleinfall. Daraus lässt sich bei Kenntnis der Materialparameter die Eingangsimpedanz einer beschichteten Struktur berechnen. Für eine reale Struktur wird dabei die Krümmung und der nicht-senkrechte Schalleinfall vernachlässigt. Um den Einfluss dieser Faktoren zu untersuchen, wurde ein luftgefüllter Stahlzylinder halbseitig mit einer absorbierenden Beschichtung verkleidet. In einem Freifeldexperiment unter Wasser wurde die akustische Rückstreustärke (Zielmaß) des Zylinders sowohl auf der beschichteten als auch auf der unbeschichteten Seite im Frequenzbereich von 10 kHz bis 20 kHz gemessen. Zusätzlich wurde das akustische Nahfeld auf beiden Seiten mit einzelnen Hydrofonen im Frequenzbereich von 3 kHz bis 14 kHz vermessen. Mit dem Boundary-Elemente-Programm SYSNOISE wurden die Messungen numerisch simuliert. Dazu wurde der Zylinder auf den beschichteten Oberflächenteilen mit einer komplexen Impedanz belegt, die aus der Näherung mit unendlichen Platten entnommen wurde. Die Ergebnisse der numerischen Simulationen von Zielmaß und Druckverteilung im Nahfeld werden mit den Messergebnissen verglichen.

Do. 14:50 Uhr SBS95, Raum 016

Numerische Methoden

Formulierung der Schallausbreitung über einer ebenen Fläche mit variierender akustischer Impedanz im ZeitbereichWolfgang Kropp*, Peter Svensson**, Jens Forssén***Chalmers University of Technology, Department of Applied Acoustics, S-41296 Göteborg, Sweden **Norwegian University of Science and Technology, Telecommunications, N-7491 Trondheim, Norway*

Die Schallausbreitung von einer Quelle zum Empfänger kann für bestimmte geometrische Verhältnisse stark durch die akustische Impedanz der Bodenoberfläche beeinflusst werden. Um diesen Einfluß in Berechnungsmodellen für die Schallausbreitung zu berücksichtigen werden Frequenzbereichslösungen für Punktquellen über einer Ebene mit endlicher Impedanz benutzt. Die Lösung ist kompliziert und existiert nicht in geschlossener Form. Statt dessen werden approximative Lösungen angewendet. Die Verhältnisse werden noch komplizierter wenn die Impedanz des Bodens ortsabhängig ist. Ein einfaches und schnelles numerisches Verfahren wird präsentiert, das im Zeitbereich formuliert ist. Das Schallfeld setzt sich in dieser Lösung aus dem Feld der Quelle und ihrer Spiegelquelle sowie Ersatzquellen zusammen. Die Spiegelquelle ist so gewählt, daß sie zusammen mit der Originalquelle die Randbedingung für eine schallharte Bodenoberfläche erfüllt, d.h. die Schallschnelle lotrecht zur Oberfläche null ist. In Gebieten, die nicht schallhart sind, werden Ersatzquellen auf der Oberfläche plaziert. Die Amplitude dieser Quellen (Volumenfluß) wird so gewählt, daß sich zusammen mit dem totalen Schalldruck vor der Fläche (von Originalquelle, Spiegelquelle und allen Ersatzquellen) die korrekte Impedanz ergibt.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Eine Geräuschdatenbank für AnlagenDr. Wolfgang Probst*ACCON München*

Im Rahmen eines vom Umweltbundesamt Berlin finanzierten Projekts wurde untersucht, ob und wie die Geräuschemissionsdaten für gesamte Anlagen aufbereitet, in eine logische Struktur gebracht und in einem Datenbanksystem gespeichert werden können. Als Ergebnis wird ein Konzept vorgelegt, das neben der reinen Speicherung von Emissionsdaten auch zahlreiche Informationen über zu erwartende Schallleistungspegel, mögliche Lärminderungsmaßnahmen und die datentechnische Modellierung liefert. Insbesondere ist es auf Grund der hierarchischen

Struktur des Datenmodells möglich, auch bei sehr geringem Vorwissen über den tatsächlichen Anlagenaufbau für die Vorplanung verwendbare Geräuschemissionsdaten abzurufen. Das Datenbanksystem wird am Beispiel von Sägewerken und Schrottverarbeitungsanlagen dargestellt.

Do. 11:05 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Lärminderung an einem Säge-, Entgrat- und Reinigungszentrum

U. Ackermann(1), S. Schmidt(1) R. Schmidt(2)

(1)Labor für Lärmbekämpfung (LfL) der Märkischen Fachhochschule (MFH), Iserlohn; (2)RSA Entgrat- und Trennsysteme GmbH, Lüdenscheid

In Säge-, Entgrat- und Reinigungszentren werden Rohre und Profile nacheinander getrennt, entgratet und gereinigt. Jeder dieser drei Prozesse erzeugt Lärm, der die Bedienungsperson und die im Umfeld arbeitenden Personen erheblich belästigt. In einer Diplomarbeit an der MFH wurde der Istzustand der Geräuschenstehung und der Schallabstrahlung aufgenommen. Aus den Messergebnissen wurden erste Lärminderungsmaßnahmen abgeleitet, die an der bestehenden Maschine erfolgreich umgesetzt wurden. Bei der nächsten Maschinengeneration sollen die Lärminderungsmaßnahmen bereits in der Planungs- und Konstruktionsphase berücksichtigt werden, sodass ein lärmarmes Säge-, Entgrat- und Reinigungszentrum entsteht, welches den Anforderungen der Arbeitstättenverordnung genügt.

Do. 11:30 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Akustischer Ringversuch zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen

Detlef Piorr, Markus Jansen, c/o Windtest Grevenbroich GmbH
Landesumweltamt NRW, Postfach 10 23 63, 45023 Essen

Im Herbst 2000 führte das Landesumweltamt NRW einen Ringversuch zur Geräuschemissionsmessung an Windenergieanlagen durch. Zur Teilnahme waren alle nach § 26 BImSchG für Geräuschemessungen bekanntgegebenen Messstellen eingeladen worden.

Im ersten Teil des Ringversuchs war eine komplette Emissionsmessung an einer Windenergieanlage nach den Richtlinien der Fördergesellschaft

für Windenergie (FGW) durchzuführen. Im zweiten Teil waren Tonbandaufzeichnungen der Geräusche unterschiedlicher Windenergieanlagen entsprechend den FGW-Richtlinien bezüglich der Einzeltonhaltigkeit zu analysieren. [Die FGW-Richtlinien konkretisieren die entsprechenden nationalen und internationalen Normen, um eine gute Reproduzierbarkeit und Repräsentanz der Messergebnisse zu erreichen.] Über die Ergebnisse der Ringversuche wird berichtet.

Do. 11:55 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Lärmarme Strassenbeläge im Niedriggeschwindigkeitsbereich – Neue Perspektiven für Raumplanung und Lärmsanierungen

Theo Kuentz

BUWAL; Abteilung Lärmbekämpfung; CH-3003 Bern

Das schweizerische Bundesumweltrecht verlangt die Einhaltung festgesetzter Belastungsgrenzwerte durch lärmemittierende Anlagen. Verursacher, die diesen Anforderungen nicht entsprechen, sind verpflichtet in einem vorgegebenen Zeitrahmen mit Sanierungen einen umweltrechtlich korrekten Zustand vorzunehmen und auszuweisen. Erleichterungen gegenüber dieser Pflicht, aus dem Lärmschutz übergeordneten Gründen, sind insbesondere für im öffentlichen Interesse stehende Anlagen vorgesehen. Das Strassennetz im Siedlungsraum beansprucht sowohl diesen Status als auch die Privilegien. In Gebieten grosser Bevölkerungsdichte verbleiben oder akzentuieren sich die unerwünschten Lärmbelastungen durch den Strassenverkehr: bauliche Massnahmen sind beschränkt realisierbar und für den Einbau von Schallschutzfenstern muss als Bedingung die Überschreitung des Alarmwertes beim Betroffenen nachweislich bestehen. Damit werden Stadt- und Siedlungsentwicklungen gebremst, da in lärmbelasteten Gebieten Bausubstanzerneuerungen und Nutzungsänderungen nicht frei von Auflagen vorgenommen werden können.

Der Einbau lärmarmer Strassenbeläge im dichtbebauten Siedlungsraum verfolgt die Ziele, Lärmbekämpfung an der Quelle vorzunehmen und die Kosten für die Massnahmen in einen volkswirtschaftlich vorteilhafteren Rahmen zu bringen. Alarmwert belastete Gebiete werden reduziert, der finanzielle Aufwand für den Schallschutzfenstereinbau verkleinert und die Lärminderung wirkt flächenmässig. Parallel dazu gewinnt die Raumplanung erweiterten Handlungsspielraum für Ihre Aufgaben und Ziele.

Der Forschungsauftrag untersuchte die komplexen Parameter dieser für einen definierten Einsatz bestimmten Strassendeckschichten und schätzte die damit verbundenen Auswirkungen ab. Ein Programm mit Pilotversuchen ist angelaufen um die ermittelten Forschungsergebnisse in

der Praxis zu überprüfen und um kontinuierlich die erforderlichen Verbesserungen einbringen zu können.

..... **P a u s e**

Do. 13:10 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Modell zu Gesamtlärmbeurteilung von Verkehrsgeräusche

Berthold M. Vogelsang

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie

Obwohl sich allmählich allgemein die Erkenntnis durchsetzt, wonach der §3 Abs. 1 BImSchG eine Beurteilung der Gesamtbelastung erfordert, und zwar aufgrund der Legaldefinition ohne Anlagenbezug, besteht anscheinend weiterhin eine Bestandsgarantie für eine rechtliche "Segmentierung der Lärmquellen". Bisher ist nur in beschränktem Umfang und erstmalig in der TA-Lärm 1998 diesem Anspruch einer summativen akzeptorbezogenen Betrachtungsweise Rechnung getragen worden. Obwohl der Verkehrslärm (Straßen-, Flug- und Schienenverkehrslärm) auch weiterhin bei repräsentativen Befragungen zur Belästigung die Rangliste einsam anführt, stellt sich weder die 16. BImSchV noch das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm diesem Problem der Summenbetrachtung. Unter Berücksichtigung von Forderungen aus der Lärmwirkungsforschung (SCHULTE-FORTKAMP 1996) wird ein modifizierte dominant-source-model vorgestellt, und für den Verkehrslärm in einem Ballungsraum unter Rückgriff auf Ergebnisse von MIEDMA 1998 umgesetzt. Die Ergebnisse werden sowohl im Hinblick auf die Novellierung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm - trotz § 2 Abs. 2 BImSchG, als auch im Kontext anderer Modelle (TEGEDER 2000) diskutiert. Abschließend wird, die europäischen Aktivitäten (Grünbuch) aufgreifend, eine Vorgehensweise für die Umsetzung des Verursacherprinzips bei der Lärminderung (Aktionspläne) von Verkehrslärm vorgeschlagen.

Do. 13:35 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Lärminderungsplan der Stadt Kelsterbach: Ein Fall für GesamtlärbetrachtungSergio C. Martinez, Diethard O. Sonder*TÜV Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH, Am Grauen Stein, 51105 Köln*

In Hessen wird zur Aufstellung von Lärminderungspläne gemäß § 47 a BImSchG der Erlaß vom 7. Januar 1993 angewandt. Bei einigen Städten und Gemeinden stellt der Flugverkehr einen relevanten Einzelkonflikt im Rahmen der Lärminderungsplanung dar. Die Stadt Kelsterbach grenzt direkt an den Flughafen Frankfurt am Main und ist unmittelbar von den Ausbauplänen des Flughafens betroffen. Zwei alternative Ausbauvarianten, die Landebahn Nord/Ost bzw. die Landebahn Nord/West, ergeben Landeanflüge in Abständen von ca. 400 m bzw. 800 m von der Wohnbebauung. Die Einzelkonflikte des Flugverkehrs bei diesen Ausbauvarianten werden beim Lärminderungsplan mit den Einzelkonflikten im Ist-Zustand von Straßen-, Schienen- und Flugverkehr verglichen, um die zu erwartende Änderung der Situation in den betroffenen Wohngebieten darzustellen. Es ergibt sich, daß für eine angemessene Bewertung der Konflikte die Dosis- Wirkungs- Relationen im Sinne der aktuellen Untersuchungen zur Gesamtlärbelastung eine äußerst wichtige Grundlage sind, zum Schutz der Bevölkerung vor dem Ansteigen des Umweltlärms. Im Fall Kelsterbach wird die Situation dadurch erschwert, daß Defizite bei der Fluglärberechnung ("nur" Landebahnen) einschl. der Bewertung des NAT-70 Kriteriums (Vereinbarung der Mediationsgruppe Flughafen Frankfurt) und des Bodenlärms zu einer problematischen Fehleinschätzung der künftigen Situation führen können.

Do. 14:00 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Untersuchung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen, vollständige Überarbeitung der ParkplatzlärmstudieG. Prestele, U. Möhler, W. Hendlmeier*Möhler+Partner, Bayer. Landesamt für Umweltschutz*

Im Auftrag des Bayer. Landesamtes für Umweltschutz wurde die seit 1994 vorliegende 3. Auflage der "Parkplatzlärmstudie" vollständig überarbeitet und ergänzt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden zahlreiche Erhebungen von Kraftfahrzeugbewegungen an z.T. noch nicht untersuchten Parkplatzarten durchgeführt; dadurch wurde die Datenbasis um das 3- bis 4-fache des ursprünglichen Umfangs erhöht. Da

sich der Bezug der Bewegungshäufigkeit auf die Anzahl der Stellplätze bei einigen Parkplatzarten als nicht zweckmäßig erwiesen hat, wurden für diese Parkplatzarten die für schalltechnische Berechnungen anzusetzenden Eingangsgrößen auf charakteristische Bezugsgrößen (z.B. Netto- Verkaufsfläche bei Einkaufsmärkten) umgestellt. Im Rahmen der Untersuchungen wurden darüber hinaus umfangreiche Schallmessungen durchgeführt, um die bei Parkvorgängen der derzeitigen Fahrzeugflotte auftretenden Schallemissionen zu kennzeichnen. Für die Erarbeitung eines Vorschlags der schalltechnischen Berechnung von Tiefgaragen und Parkhäusern wurden Schallmessungen an Tiefgaragenrampen und Parkhäusern durchgeführt. Zudem wurde das Rechenverfahren der "Parkplatzlärmstudie" auch gemäß den Vorgaben der aktuellen TA Lärm umgestellt und anhand von Kontrollmessungen überprüft.

Do. 14:25 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Applied methodology of noise mapping in St-Petersburg, Russia

M.V. Butorina, N.I. Ivanov

Baltic State Technical University, St. Petersburg, Russia

St.-Petersburg is a largest megalopolis of Northwest region of Russia. Each inhabitant of this large city is continuously affected by different acoustic effects. Increased noise cause not only discomfort but also result in disease that is called "noise disease". In Saint-Petersburg passenger cars and trucks contribute to acoustical pollution from 60 up to 70 %, buses, trolley buses and trams - 10-15 %, railway transport - 7-10 %, 5-7 % of acoustical pollution comes from airplanes. Remaining noise comes from building machines, constructions and aggregates. The scope of noise pollution can be judged with use of the map created in the beginning of 90-ties. This map shows that 15,7 % of Saint-Petersburg population has lived in the so called "gray zone" and 8,5 % has lived in the "black zone" with sound level equaled to 55 and 70 dBA accordingly. So, each fourth inhabitant of Saint-Petersburg was exposed to the increased noise level. Taking in account that average increase of sound level makes 3 dBA annually, the situation becomes worse each year. For prediction of an anticipated noisiness and planning of building it is necessary to develop an electronic small scale noise map of the city. Modern foreign practice of noise maps' compiling allows to estimate acoustical pollution not only for transport lines, but also for separate residential districts, blocks, houses and even flats. The paper will present the modern methodology of noise mapping designed by the authors for the City of Saint-Petersburg.

Do. 14:50 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Fluglärm-Messungen mit Tonsignal-Aufzeichnung

Dipl.-Ing. Wolfgang Teuber

Institut für Akustik und Bauphysik

Im Umfeld von Verkehrsflughäfen sind Überwachungsmessungen nach Fluglärmgesetz vorgeschrieben. Die meisten derartiger Meßanlagen arbeiten mit Übertragung von 1-Sekunden-Pegelwerten und Auswertung zur Bestimmung des Beurteilungspegels, nach Fluglärmgesetz über einen Zeitraum von 3 Monaten. Aufgliederungen des Pegelzeitverlaufs beispielsweise als Mittelwert über Stunden am Tage und der Nacht, sind kaum zu finden, ähnlich der Aussagen zur frequenten Zusammensetzung und Differenzierung einzelner Schallereignisse. Vorgestellt wird eine Meßanlage, welche neben der Aufzeichnung einzelner Schallereignisse zusätzlich Tondokumentation für spätere Auswertungen als Vergleiche oder Frequenzanalysen erlaubt. Digitale Nachbearbeitungen auf einem Protocol-Mehrspursystem erlauben den direkten Vergleich sowie hörmäßige Unterscheidungen hinsichtlich verschiedener Meßorte oder Überflüge. Das Abhören eines Schallereignisses ermöglicht darüber hinaus die eindeutige Aussage, ob es sich um einen Überflug oder Fremdgeräusch handelt; ein wichtiges Entscheidungskriterium bei der Beurteilung und Aussage über Relevanz aufgenommener Meßwerte.

..... **P a u s e**

Do. 15:40 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Einfluss des Spitzenwertes(KB_{Fmax}) bei der Wahrnehmung von eisenbahnspezi-fischen Erschütterungen

A. Said(1), D. Fleischer(1), H. Fastl(2), H. Kilcher(1), H.-P. Grütz(3)

(1) : Obermeyer Planen + Beraten, Hansastr. 40, 80686 München (2)

: TU München, Lehrstuhl für Mensch, Maschine, Kommunikation, Ar-

cisstr.21, 80290 München. (3) : DBAG, FTZ81- Akustik, Körperschall,

Erschütterung, Völckerstr.5, 80939 München

Durch Laborversuche wurde an 20 Probanden untersucht, ob dem Ereignismaximum (KB_{Fmax}) bei der Wahrnehmung von Erschütterungssignalen der gleiche Stellenwert wie bei der Berechnungsmethode der DIN 4150, Teil2, zugeordnet wird oder ob ein anderer Wert wie beispielweise der energieäquivalente KB-Wert (KB_{eq}) eines Erschütterungsereignisses für die Beurteilung der relevantere Wert ist. Die Untersuchungen wurden in dem bereits vorhandenen Versuchsraum bei der Firma Obermeyer Planen + Beraten in München nach der klassischen psycho-physischen Methode (2 AFC) durchgeführt.

Do. 16:05 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Schutz des Menschen vor Erschütterungen: Wirkungsdeterminanten - UmsetzungTommaso Meloni, Annemarie Seiler*Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft*

Lärmende Quellen sind im Grunde genommen vibrierende d.h. mechanisch schwingende Quellen. Im Hinblick auf deren Wirkungen auf den Menschen darf die Ausbreitung über feste Körper neben dem "Luftweg" nicht ausser Acht gelassen werden. Unerwünschte mechanische Schwingungen werden als Erschütterungen bezeichnet. So fühlen Menschen Erschütterungen im mechanischen Kontakt mit dem Gebäude und hören sekundären Luftschall, der von der Gebäudestruktur abgestrahlt wird. Aus der Wirkungspalette von Erschütterungen und sekundärem Luftschall dominieren im Umweltbereich vor allem subjektive Empfindungen und nachts zusätzlich Schlafbeeinflussungen. Konkret äussern sich die subjektiven Empfindungen in Belästigungen und Störungen. Zur Schlafbeeinflussung zählen die Aufwachreaktionen, welche hinsichtlich der Umsetzung von Schutzziele als Kriterium verwendet werden. Bezüglich Wahrnehmung müssen spezifische Eigenheiten des sekundären Luftschalls oder die Kombinationswirkung von Erschütterungen und Schall diskutiert werden. In der Schweiz wird gegenwärtig eine Verordnung zum Schutz des Menschen vor Erschütterungen und sekundärem Luftschall erarbeitet. Die Verordnung soll Menschen primär in ihren Wohnungen resp. in Räumen, in denen sie sich regelmässig während längerer Zeit aufhalten, vor den hauptsächlichen Erschütterungsquellen aus Umwelt und Haus schützen. Dargestellt werden die Zusammenhänge zwischen den Wirkungsdeterminanten und den Umsetzungsansätzen angesichts einer rechtlichen Regulation.

Do. 16:30 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Akustische Komfortfragen in Schienenfahrzeugen des NahverkehrsDr.-Ing. Friedrich Krüger, Heinz Becker*STUVA e.V.*

Auf Fahrgäste in Schienenfahrzeugen des Nahverkehrs wirken unterschiedliche Geräuschquellen ein. Neben dem Rad- Schiene- Geräusch treten Geräusche durch Umformer, Lüfter, Klimaanlage, Gleichrichter (GTO) etc. auf. Außerdem schwankt der Innenschallpegel zwischen Fahrten im Tunnel und auf der freien Strecke sowie zwischen geöffneten und geschlossenen Fenstern. Einen weiteren Einfluss auf die Innenschallpegel hat die Niederflurbauweise neuerer Fahrzeuge. Diese

verschiedenen Einflüsse erschweren die eindeutige Angabe von Vorgaben in Lastenheften. Untersuchungsergebnisse zu dieser Problemstellung werden vorgestellt.

Do. 16:55 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Evaluation von Reaktionen auf Sound und Vibration – eine Untersuchung bezogen auf Comfort in Helicoptern

Brigitte Schulte-Fortkamp(1), Urs Reichart(2)

(1): Fachbereich Physik/Akustik, Universität Oldenburg; (2): Institut für Technische Akustik, TU-Berlin

Wenn die Bewertung von Sound und Vibration bezogen auf Comfort untersucht wird, so müssen verschiedene Dimensionen betrachtet werden, die diesen Prozess der Bewertung strukturieren. Da die subjektiven Urteile durch verschiedene Parameter beeinflusst werden, integrieren die Methoden zur Evaluation physikalische, psycho- und sozio-akustische sowie psychologische Aspekte im Kontext transdisziplinärer Analyse. 132 Versuchspersonen haben Flugsituationen in Helicoptern beurteilt, 25 von ihnen während realer Flüge, 107 in sogenannten mock ups. Das Ziel dieser Untersuchung war, einen Comfort Index bezogen auf die Flugsituationen in Helicoptern zu bestimmen. Evaluationsprozess und Ergebnisse werden vorgestellt. Die Arbeit wurde unterstützt durch das BRITE EURAM Project BE97-4056 "IDEA PACI" sowie durch das Institut für Technische Akustik der TU-Berlin.

Do. 17:20 Uhr ES38, Raum 018

Lärminderung

Interaction of sound and vibration on comfort evaluation of aircraft flight situations

Julia Quehl (1), August Schick (1), Volker Mellert (2), Hermann Remmers (3)

(1) University of Oldenburg, Department of Psychology, Institute for Research into Man-Environment-Relations; (2) University of Oldenburg, Department of Physics / Acoustics; (3) Institute for Technical and Applied Acoustics

Cruising situations of two aircraft types (jet or propeller aeroplane) were systematically varied in sound pressure level and vibration magnitude (3 x 3 design) and presented as stimuli in a laboratory experiment using a "sound and vibration reproduction system". Thirty subjects were asked to evaluate the stimuli on 15 adjective pairs of a semantic differential. The goal was to determine the specific contribution of sound and vibration on comfort evaluation of aircraft flight situations. Principal component analysis derived three orthogonal dimensions of a "semantic space" within the judgements were made. The first dimension explaining about

40 % of the observed variance was interpreted as comfort dimension related to specific sound and vibration characteristics. Analysis of variance indicated significant effects of vibration magnitudes and sound pressure levels as well as a significant two-way interaction, suggesting that the assessment of comfort was dependent on the interaction of both physical parameters. T-tests comparison showed that at almost all vibration magnitudes an additional increase of sound pressure level decreased the comfort assessment, and vice versa, that at nearly all sound pressure levels a further increase of vibration magnitude decreased the comfort rating. The conclusion with respect to these findings was to assume an additive interaction between sound pressure level and vibration magnitude with regard to the comfort judgement of aircraft flight situations. In the present study, the sound pressure level explained about 70 % of the variance, and the vibration magnitude accounted about 30 % of the variance in the comfort evaluation.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr ES40, Raum 0007 Spracherkennung, -synthese

Anwendung Stochastischer Markovgraphen in einem integrierten Spracherkennungs- und -synthesystem

M. Eichner, S. Ohnewald, M. Wolff und R. Hoffmann

Technische Universität Dresden

Moderne Spracherkennungs- und -synthesysteme weisen zunehmende Ähnlichkeiten hinsichtlich der verwendeten Algorithmen und Datenbasen auf. Ausgehend von dieser Erkenntnis haben wir ein kombiniertes Spracherkennungs- und -synthesystem entwickelt, das auf der ESSV2000 in Cottbus vorgestellt wurde. Die akustische Modellierung haben wir durch die Verwendung von sogenannten Stochastischen Markov Graphen (SMG) anstatt von HMMs verbessert. In der Literatur wurde bereits die Überlegenheit von SMGs in der Spracherkennung nachgewiesen. Wir haben ein Verfahren zur Zustandsauswahl und Zustandsdauerberechnung entwickelt und konnten durch Experimente eine Verbesserung der Synthesequalität nachweisen.

Das System gliedert die Prozesse der Spracherkennung und Sprachsynthese in jeweils vier Verarbeitungsebenen: akustische Analyse und Synthese, akustische Modellierung, Lexikonebene (Graphem-Phonem-Umsetzung und Verarbeitung von Aussprachevarianten) sowie Sprachmodellebene.

Wir verfolgen mit unserem Ansatz zwei hauptsächliche Ziele:

– Forschung: Entwicklung eines experimentellen Werkzeugs welches eine bessere Einsicht in die Zusammenhänge und Gemeinsamkeiten von

Sprachsynthese und -erkennung im Sprachdialog ermöglicht. Ein wesentlicher Aspekt der Forschung ist die Fehleranalyse im Spracherkennungsprozeß durch Resynthese.

– Ausbildung: Im Zusammenhang mit unseren Aktivitäten auf dem Gebiet des Teleteaching und der internetbasierten Lehre soll eine Webdemonstration des integrierten Spracherkennungs- und -synthesesytems erstellt werden, welches des Studierenden einen tieferen Einblick und ein verbessertes Verständnis für die Technologien in der automatischen Sprachverarbeitung vermitteln wird.

In unserem Beitrag beschreiben und diskutieren wir die Architektur eines integrierten Spracherkennungs- und -synthesesytems und berichten über experimentelle Ergebnisse in der Erkennung und Synthese auf der akustischen Ebene. Wir diskutieren im Detail Aspekte der Anwendung von SMGs anstelle von HMMs in der Sprachsynthese.

Do. 11:05 Uhr ES40, Raum 0007 Spracherkennung, -synthese

Optimierung des Multiband-Excitation-(MBE)-Verfahrens für den Einsatz in der Sprachsynthese

Ulrich Kordon, Wolfram Manthey

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Moderne Sprachsyntheseverfahren arbeiten mit Spracheinheiteninventaren auf Zeitfunktionsbasis, wobei zunehmend größere Einheiten (z.B. Silben oder Wörter) verwendet werden. Das damit verbundene Anwachsen des Speicherbedarfs für das Spracheinheiteninventar sowie Einschränkungen herkömmlicher Verfahren bei prosodischen Manipulationen direkt in der Zeitfunktion erfordern den Einsatz entsprechender Präsentationsverfahren für das Spracheinheiteninventar. Neben den aus der Audiosignalcodierung bekannten perzeptiven Verfahren bieten sich dafür Breitbandverfahren aus der nachrichtentechnischen Sprachcodierung an. Als besonders leistungsfähig hat sich dabei das Multiband-Excitation- (MBE)- Verfahren herausgestellt, bei dem auf der Basis eines konventionellen Anregungs-Bewertungsmodells eine spektralabhängige Mischung aus stimmhaftem und stimmlosem Anregungssignal verwendet wird. Der Beitrag beschäftigt sich mit dem Einsatz des MBE-Verfahrens in einem Text-to-Speech- Sprachsynthesesytem auf Diphonbasis, wobei der Vergleich von Verfahren zur Bestimmung der spektralen Hülle, die optimale Kanalaufteilung des Anregungssignalspektrums sowie die Gegenüberstellung von binären und mehrstufigen Wichtungen der kanalspezifischen stimmhaft-/ stimmlos- Anregungssignale im Vordergrund stehen.

Do. 11:30 Uhr ES40, Raum 0007 Spracherkennung, -synthese

Full resolution automatic speech segmentation

Bram G. Alefs

Acoustics Research Institute, Austrian Academy of Science

The segmentation of speech in linguistically distinctive elements is usually performed manually, using short-term spectrograms, or automatically, using short-term power spectra. However, short-term averages do not supply the required temporal resolution, neither for non-stationary phonemes, nor for perceptual changes. Fine resolution voiced speech segmentation requires temporal information about amplitude and phase for each speech period, including formant resonances, whereas unvoiced speech requires an onset time of less than 1 ms.

To achieve full resolution segmentation, a time domain based speech analysis is proposed. Voiced speech is modeled as a periodic pulse sequence filtered by the vocal tract cavity. The resulting time signal is two-fold periodic: between pulses with the fundamental frequency period, and within pulses with the formant resonance frequencies. For all pulses and resonances the amplitude, phase and energy are estimated strictly locally. Their similarity is estimated by local cross correlations according to Medan's pitch determination. From the time tagged signal, spectral features are extracted by ROEX-auditory filter shapes, and the feature sequence is identified by hidden Markov models. Furthermore, the perceptual relevance of the segment boundaries is estimated by a psychoacoustical experiment.

References

1. Fant, G. Analysis and synthesis of speech processes, Manual of Phonetics; Bertil Malmberg Ed.; North-Holland Publishing Co. Amsterdam 1974; p.173-277.
2. Glasberg BR, Moore BC., Derivation of auditory filter shapes from notched-noise data. Hear Res. 1990 Aug 4;47(1- 2):103-38.
3. Medan Y, Yair E, Chazan D, Super resolution pitch determination of speech signals, IEEE Transaction on signal processing, vol. 39(1),1991.
4. Patterson RD. Auditory filter shapes derived with noise stimuli. J Acoust Soc Am. 1976 Mar;59(3):640-54.
5. Plack CJ, Moore BC. Temporal window shape as a function of frequency and level. J Acoust Soc Am. 1990 May;87(5):2178-87.

Do. 11:55 Uhr ES40, Raum 0007 Spracherkennung, -synthese

Automatische Erkennung nonverbaler Sprachmerkmale

Holger Quast

Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen; Machine Perception Lab, University of California, San Diego

Herkömmliche Spracherkennung beschränkt sich darauf, den verbalen - linguistischen - Bestandteil eines Dialogs zu erfassen, wodurch ein Großteil der gegebenen Information, wie zum Beispiel Emotionen, die Einstellung des Sprechers gegenüber dem Gesprächsstoff, körperliche Verfassung, etc. ignoriert wird. Gegenstand dieser Arbeit ist es, die para- und extralinguistischen Komponenten vokaler Kommunikation automatisch zu erkennen. Dabei werden aus jedem Satz einer für diese Arbeit zusammengestellten Sprachdatenbank 18 DSP-Parameter extrahiert, die die Aufnahme in den Kategorien Grundfrequenz, Lautheit, Durchschnittsspektrum und weitere prosodische Merkmale beschreiben. Ein psychoakustisch motiviertes Sprachlautheits-Modell, das für diese Arbeit entwickelt wurde, erlaubt hierbei, einen Wert für die wahrgenommene absolute Lautheit eines Sprachbeispiels anzugeben, der unabhängig vom Verstärkungsgrad bei der Aufnahme oder beim Abspielen ist. Amerikanische Testpersonen, denen die verbale Information nicht zugänglich war, beurteilten ihren Eindruck beim Hören der Aufnahmen in einem semantischen Differential, was aus den Kategorien angenehm/glücklich/erregt/physisch stark/selbstbewußt/ärgerlich/Führungsqualität/Natürlichkeit gebildet wird. Ein neuronales Netz (MLP) wird trainiert, anhand der DSP-Parameter die einzelnen psycholinguistischen Empfindungen zu lernen, so daß die Software nach dem Training zum Beispiel zu beurteilen vermag, wie erregt oder selbstbewußt eine neue, der Software noch unbekannte Sprachaufnahme klingt. Anwendungen in den Gebieten Mensch-Computer Interaktion, Logopädie, Sprechertraining und Stress Level Monitoring werden diskutiert.

..... **P a u s e**

Do. 13:10 Uhr ES40, Raum 0007 Spracherkennung, -synthese

Datengetriebene Erzeugung morphologischer Inventare

Gudrun Flach

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Sowohl in der Spracherkennung als auch in der Sprachsynthese werden morphologische Zerlegungen von Wörtern benötigt. Zur Wortanalyse werden ein Morphemlexikon, ein Inventar von Morphemklassen und eine Menge von Wortbildungsregeln verwendet. Das Morphemlexikon enthält alle bisher bekannten Morpheme. Für jedes Morphem muß festgelegt sein, welchen Morphemklassen (z. B. Präfix, Stamm oder Suffix) es angehört. Die Wortbildungsregeln beschreiben die Abfolge von Morphemklassen für zulässige Wörter der betrachteten Sprache. Vollständige morphologische Wissensquellen stehen meist nicht apriori zur Verfügung. In dem Beitrag wird ein Verfahren vorgestellt, das aus einem Grundinventar von Morphemen, Morphemklassen und Wortbildungsregeln schrittweise ein applikationsspezifisches Inventar erzeugen kann. Auf der Basis des Grundinventars an Morphemen, Morphemklassen und Wortbildungsregeln werden Hypothesen für mögliche Zerlegungen und Morphemklassen erzeugt. Diese werden durch Hinzunahme statistischer Informationen bewertet. In einer interaktiven Bearbeitungsphase kann der Nutzer die vom System ermittelten Hypothesen ebenfalls bewerten. Nach Auswertung der Nutzereingaben werden die Systemdaten aktualisiert und im Rahmen der weiteren Bearbeitung mit verwendet.

Do. 13:35 Uhr ES40, Raum 0007 Spracherkennung, -synthese

Analyse und Verwendung des Rohrmodells für die Spracherzeugung

Karl Schnell, Arild Lacroix

Institut für Angewandte Physik, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Für die Spracherzeugung werden Modelle benutzt, welche die Schallausbreitung im menschlichen Sprechtrakt beschreiben. Das in diesem Beitrag verwendete Modell ist ein zeitdiskretes Rohrmodell, das durch Kreuzgliedkettenfilter realisiert wird. Um einen Sprachlaut durch Anregung des Rohrmodells zu erzeugen, müssen die Parameter des Rohrmodells für jeden Laut entsprechend eingestellt werden. Dies wird durch eine Schätzung der Modellparameter aus dem Sprachsignal erreicht. Die Schätzung erfolgt durch Minimierung eines Fehlers, der ein spektrales Abstandsmaß zwischen dem Betragsspektrum des Sprachsignals und dem Betragsgang des Rohrmodells darstellt. Ziel ist es dabei nicht

nur mit dem Modell das Betragsspektrum des analysierten Lautes wiederzugeben, sondern die erhaltenen Querschnittsflächen des Sprechtraktes sollen auch konsistent sein, wofür ein Vergleich mit Querschnittsflächen aus Röntgen oder NMR Aufnahmen verwendet werden kann. Für die Analyse von stimmhaften Lauten wird das Sprachsignal mit einem System von reellen Nullstellen vorgefiltert, damit der Einfluß des Sprechtraktes von dem der Abstrahlung und Anregung separiert wird. Die gleichzeitige Modellierung des Betragsspektrums und der Querschnittsflächen des analysierten Lautes durch das Rohrmodell ist wichtig für die adäquate Erzeugung von Lautübergängen.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Lokalisationsversuche für virtuelle Realität mit einer 6-Mikrofonanordnung.

Natalia Podlaszewski, Volker Mellert

Universität Oldenburg, Fachbereich Physik, Arbeitsgruppe Akustik

Für mehrere männliche und weibliche Versuchspersonen (VPn) wurden die komplexen HRTF's (mit Phase relativ zum Freifeld) in der Horizontalebene vermessen. Die Messung wurde in 10 Schritten durchgeführt. Die individuellen HRTF's wurden dann als Zielfunktionen benutzt um die Filterfunktionen einer für die Versuchsperson optimierten Mikrofonanordnung zu berechnen, die aus 6 Mikrofonen besteht und die Richtcharakteristik des Kopfes nähern soll. Mit dieser Mikrofonanordnung wurde rosa Rauschen für alle Schalleinfallswinkel in Horizontalebene aufgenommen und den VPn zur Lokalisation über Kopfhörer vorgespielt. Als Bezugssignal wird rosa Rauschen genommen, das mit den individuellen HRTF's gefaltet wurde. So hat jede Versuchsperson eine auf den eigenen HRTF's basierende Lokalisationsmessung durchgeführt. Für die virtuelle Lokalisation wurde ein neues adaptives Meßverfahren verwendet.

Do. 11:05 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Untersuchung zur räumlichen Wiedergabequalität mittels Mikrofonarray erstellter kopfbezogener Aufnahmen

Jörg Becker*, Markus Sapp

*Institut für Elektrische Nachrichtentechnik, RWTH-Aachen, *jetzt Ford Werke AG, Acoustic Centre Cologne (ACC)*

Für eine gehörrichtige Schallfeldaufzeichnung ist es nötig, daß das Aufzeichnungsverfahren, neben der zeitlichen und tonalen, auch die räumliche Information des Schallfeldes speichert. Zur gehörrichtigen Speicherung räumlicher Informationen ist die Kunstkopfmeßtechnik sicherlich das Verfahren der Wahl. Durch spezielle Wiedergabesysteme (Übersprechkompensation), oder mittels Kopfhörer können so die Trommelfellsignale reproduziert und die Zuhörer quasi in die Aufnahmesituation zurückversetzt werden. In neuerer Zeit, aber auch in der Vergangenheit, wurden verschiedene Aufnahmesysteme als Ersatz für Kunstkopfaufnahmen vorgeschlagen (Jecklin-Scheiben, Richtmikrophone, u.v.a.).

In diesem Beitrag wird der Ansatz eines Mikrofonarrays mit nachgeschalteter Filterbank, welcher zur Ermittlung kopfbezogener raumakustischer Parameter gute Ergebnisse liefert, aufgegriffen. Mit Hilfe eines Adaptionalgorithmus lassen sich, durch Optimierung von Sondengeometrie und Filterbank, die Übertragungsfunktionen des Mikrofonarrays an die verschiedener Kunstköpfe anpassen.

Anhand von Hörversuchen wird die Qualität dieses Aufzeichnungssystems, insbesondere im Hinblick auf seine räumliche Komponenten, mit der von Kunstköpfen verglichen. Ergebnisse von Lokalisationshörversuchen und von Hörversuchen räumlich integrierender Größen, wie der scheinbaren Schallquellenbreite (ASW), deren Bestimmung mit dem Verfahren der akustischer Pointer erfolgte, werden vorgestellt.

Do. 11:30 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Echobeurteilung beim Abhören von Kunstkopfaufnahmen im Vergleich zum aktivem Sprechen

Frank Kettler, Hans Wilhelm Gierlich, Ekkehard Diedrich*, Jens Berger*

*HEAD acoustics GmbH, *T-Nova Deutsche Telekom Innovationsgesellschaft mbH Berkom*

Echos treten in der Telekommunikation bei unzureichenden Dämpfungen und signifikanten Signallaufzeiten auf. Unter Gegensprechbedingungen ist die Störung weniger deutlich, da das Gegensprechsignal die Echowahrnehmung für den Teilnehmer teilweise maskiert [1], [2].

Da die Echounterdrückung ein wesentliches Qualitätsmerkmal für Endgeräte ist - besonders für Freisprecheinrichtungen und Netzchokompensatoren, die aufwendige Signalverarbeitung zur Echounterdrückung einsetzen - ist auch die auditive Beurteilung ein wichtiges Testszenario. Typischerweise können Testverfahren angewandt werden, bei denen eine Versuchsperson beim aktivem Sprechen die Echostörung beurteilt. Ein optimiertes, deutlich effizienteres Verfahren stellt die Beurteilung von mittels Kunstkopftechnologie aufgezeichneten Sprachproben in einem Hörversuch dar [1], [3], [4]. Insbesondere für Vergleichstests hat dieses Verfahren aufgrund der Reproduzierbarkeit der Testbedingungen Vorteile.

In dem Vortrag werden Testergebnisse beider Verfahren gegenübergestellt und die in beiden Verfahren kritischen Parameter, wie die Animation der Versuchspersonen zum aktiven Sprechen, die Auswahl des Sprachmaterials in den Hörversuchen oder das "Design" der Gegensprechsequenzen diskutiert.

[1] Echo and Speech Level Variations During Double Talk Influencing Hands-free Telephone Transmission Quality, International Workshop on Acoustic Echo and Noise Control, F. Kettler, H.W. Gierlich, E. Diedrich, Pocono Manor, USA 1999

[2] Transmission Characteristics of Hands-free Telephones, ITU-T Recommendation P.340

[3] Subjective Performance Evaluation of Hands-free Telephones, ITU-T Recommendation P.832

[4] Der Einsatz der Kunstkopftechnologie zur Aufzeichnung von Hörtests und Gegensprechttests für Freisprecheinrichtungen, DAGA 1998, Zürich

Do. 11:55 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Neukonzeption einer Hörsaalbeschallung

Jochen Kleber, Gottfried Behler, Simon Rauter

Institut für Technische Akustik

Für einen Hörsaal mittlerer Größe mit 284 Plätzen wurde ein neue Beschallungsanlage zur Sprachübertragung konzeptioniert. Um die Lokalisierbarkeit des Sprechers zu gewährleisten, wurde eine zentralgestützte Beschallung von der Decke gewählt, die durch einen Hauptlautsprecher sowie mehrere Stützlautsprecher realisiert wurde. Für den Hauptlautsprecher kommt eine Lautsprecherzeile zum Einsatz, deren Abstrahlverhalten u.a. durch eine frequenzabhängige akustisch wirksame Länge bestimmt wird. Die hierzu erforderliche Filterung, sowie der Ausgleich von konstruktions- und aufstellungsbedingten Laufzeiten wird, mit einem am Institut entwickelten Digitalcontroller (Berlin

1999) durchgeführt. Im Vortrag werden die in der Planungsphase er-
wogenen Konzepte gegenübergestellt, sowie die konkrete Realisierung
vorgestellt.

..... **P a u s e**

Do. 13:10 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

In den neuen Hörsälen der TU HH: "Beschallungstechnik einge- bunden in die Medientechnik"

Manfred Torkler(1), Werner Vespermann(2)

(1)DEKOM Hamburg, (2)HBK Braunschweig

Die TU HH hat vor kurzem neue Hörsäle für Multi-Media-Unterricht
nach dem Stand der Technik einrichten können. So möchten wir berich-
ten über

- die Integration der Beschallungstechnik in die Raumplanung
- die Integration in die Videotechnik und Mediensteuerung
- die Abstimmung mit den beteiligten Planern und Anwendern.

Do. 13:35 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Erhöhung der Richtungsselektivität von Richtmikrofonen durch Signalkorrelation

Wieland Weise, Heinrich Bietz

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38114
Braunschweig*

Zur Vermessung der Winkelabhängigkeit von Schallfeldern werden Mi-
krophone hoher Richtwirkung benötigt. Speziell in der PTB werden die-
se zur Bestimmung des Winkelspektrums der auf einen Testabsorber im
Hallraum einfallenden Schallwellen benötigt. Mikrophone mit parabo-
lischem Reflektor weisen zwar hohe Richtungsselektivität auf, stellen
jedoch eine unerwünschte Störung des Schallfeldes dar. Die Richtwir-
kung marktüblicher Rohr-Richtmikrophone ist hingegen vor allem im
tieffrequenten Bereich ungenügend. P. Dämmig stellte 1960 eine An-
ordnung von 9 Richtmikrofonen vor, die eine gegenüber einem Einzel-
mikrofon stark verbesserte Richtwirkung aufweist. Es wurden hierfür
jedoch Mikrophone benötigt, deren Phasen- und Amplitudenverlauf im
betrachteten Frequenzbereich weitgehend übereinstimmt. Für den Fall,
daß zur Schallanregung ein repetierendes Signal verwendet wird, bei-
spielsweise bei Messen der Impulsantwort mit Maximalfolgen, kann je-
doch durch Ausnutzen von Korrelationseigenschaften eine beachtliche
Verbesserung der Richtwirkung bereits mit einem einzelnen Richtmi-
krofon erreicht werden. Dazu wird dieses auf einer Kreisbahn geführt,
wobei ein in der Bauakustik üblicher Drehgalgen verwendet wird. Die

Methode wird vorgestellt und die Richtwirkung mit der der Anordnung mehrerer Mikrophone verglichen. Experimentelle Ergebnisse bei Verwendung von Maximalfolgen werden diskutiert.

Do. 14:00 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Nahfeldanalyse und Optimierung von Lautsprecherarrays mit elliptischen Membranen

R. Beigelbeck, H. Pichler F. Paschke

Technische Universität Wien – Institut für industrielle Elektronik und Materialwissenschaften

Das Ziel dieses Artikels ist es die mathematischen, physikalischen und technischen Eigenschaften von akustischen Lautsprecherarrays mit elliptischen Membranen (kurz genannt "elliptische Arrays") zu untersuchen. Den Ausgangspunkt bildet das Modell einer mit harmonischer Schallschnelle schwingenden elliptischen Kolbenmembran. Durch Superposition ergibt sich das Schallfeld des gesamten Arrays. Der resultierende Schalldruckverlauf wird sowohl analytisch als auch numerisch berechnet. Einige repräsentative Ergebnisse werden für verschiedene Frequenzen, Ansteuerungsphasenwinkel und Aufpunktabstände graphisch dargestellt. Darauf basierend werden für den Ansteuerungsphasenwinkel, die Lautsprecherabmessungen und die Arraygeometrie diverse Optimierungsverfahren entwickelt und untersucht, wodurch auch im Nahfeld des Arrays eine gezielte Richtwirkung sowie eine Nebenkeulenminimierung erreicht werden kann. Abschließende Bemerkungen über Optimierungsalgorithmen, technische Relevanz und die Grenzen des Modells, sowie der Vergleich zum Kreis- und Rechteckarray runden den Artikel ab.

Do. 14:25 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Elektromagnetische Strahlungseigenschaften von kopfnahen Schallquellen in der Telekommunikation

Florian M. König

ULTRASONE electroacoustics GmbH, D-82377 Penzberg, ultrasone@t-online.de

In den letzten drei Jahren wurde erstmals untersucht, ob und in wieweit kopfnaher Kleinschallquellen für den Menschen gesundheitlich bedenkliche, elektromagnetische Felddispositionen aufweisen können. Grundlage für die o.g. Vermutung sind Normenempfehlungen sowie internationale Standards, wie die Schweden-Norm oder TCO'95, MPRII,

NCRP sowie *DIN 0848, Teil 4A, welche Grenzwerte für elektromagnetische Felder an PC-Monitoren (u.a. 200 nT) bis hin zu Schlafzimmern (* 100 nT), beruhend auf epidemiologische Befragungen kombiniert mit Langzeitversuchen, vorschreiben. Nach den ersten Meßergebnissen mit Feldmittelwerten von 847 nT (37 Objekte) und inzwischen über 60 gemessenen, unterschiedlichen Kopfhörern (Typen/Bauvarianten) mit 1034 nT wird dieses Thema zunehmend nicht mehr unter dem Begriff "Schwachstrahler" abgetan (vgl. u.a. Veröffentlichung zum BIO-MEDIC Symposium 2-2000 in Zakopane/Polen)! Die vorgenommenen Vergleichsmessungen fußten auf einen an den Kopfhörern kalibrierten Schalldruck von 70 dB SPLC (Pink- Noise-Signal), wonach dann hieran die Erfassungen der magnetischen Induktion (in nT) folgte.

Motivation für die vorliegende Arbeit waren Hinweise von kopfhörerbaugleichen Headsets u.s.w., welche u.a. in Call-Centern in 8-Stunden-Arbeitstagen zum Einsatz gelangten und nunmehr geprüft wurden. Die Erfahrung aus der Vielzahl von inzwischen getätigten Messungen und Diskussionen mit Experten auf dem Gebiet der Strahlungsemission sowie weiterführende Optimierungsvorschläge zum Verfahren um eine gehör-bezogen gleichartige Testobjekt-Signalaussteuerung sollen außerdem angesprochen werden.

Do. 14:50 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Über den 10-dB-Schalter an Mikrofonen

Holger Pastillé, Martin Ochmann

Inst. für Technische Akustik der TU Berlin/TFH Berlin

Die sog. 10-dB-Schalter findet man an fast jedem Mikrofon der Tonstudiotechnik. Aber auch einige Schallpegelmesser weisen dieses Funktionsmerkmal auf. Mit diesem Schalter wird das Eingangssignal der Mikrofonkapsel soweit herab gesetzt, dass der nach folgende Impedanzwandler nicht mehr übersteuert wird. In der Literatur finden sich seit vielen Jahren widersprüchliche Darstellungen über den Einfluss von parasitären Kapazitäten auf das nichtlineare Verhalten von Kondensatormikrofonen. Etwas weiter gefasst ist eine kapazitive Dämpfung ebenfalls eine parasitäre Kapazität. Welchen Einfluss diese Dämpfungsmöglichkeit und die Herabsetzung der Polarisationsspannung auf den Gesamtklirrfaktor eines Kondensatormikrofons haben wird in Theorie und Praxis vorgestellt.

..... **P a u s e**

Do. 15:40 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Mikromechanische Piezoelektrische Schallwandler

Torsten Niederdränk, Marc Fischer

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen / Technische Universität Darmstadt, FG Elektroakustik

Mikromechanik ist eine etablierte Technik zur Herstellung von Sensoren. Silizium-Mikrofone haben das Forschungsstadium verlassen und werden in den kommenden Jahren kommerziell verfügbar sein.

Auf dem Gebiet der mikromechanischen Schallsender für den Audiofrequenzbereich ist die Entwicklung bei weitem nicht soweit fortgeschritten. Das Problem liegt hierbei in der Schwierigkeit, mit den geringen Wandlergrößen große Volumenschnellen und somit nutzbare Schalldrücke zu erzeugen.

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit piezoelektrischen Schallwandlern, die mit Hilfe von Bulk-Mikromechanik hergestellt wurden. Sie bestehen aus einer allseitig eingespannten Silizium-Membran, auf die eine piezoelektrische Schicht aus PZT mit den entsprechenden Elektroden aufgesputtert worden ist. Durch Ausnutzung des inversen piezoelektrischen Transversaleffektes werden die zwischen 1mm^2 und 9mm^2 großen Membranen ausgelenkt.

Bei den Wandlern mit $3 \times 3\text{mm}^2$ großen Membranen konnten Auslenkungen von ca. 60nm/V gemessen werden. Diese Wandlern besitzen bei ca. 15kHz eine Resonanz hoher Güte. Wirken die hergestellten Wandlern auf ein abgeschlossenes Volumen von ca. 2ccm , so können Schalldruckamplituden von ca. 60dB SPL/V unterhalb der Resonanz und 95dB SPL/V in Resonanz erzielt werden.

Do. 16:05 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Stand der Normung von Mikrofonen mit digitalen Ausgang

Dipl.-Ing. Axel Haupt

Sennheiser electronic GmbH & Co. KG

Es werden der aktuelle Stand der internationalen Normung und die noch offenen Punkte vorgestellt.

Do. 16:30 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Aspekte von Software und Schnittstellen bei der Bauartprüfung von Schallpegelmessern

Thomas Fedtke

Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig, Thomas.Fedtke@PTB.DE, Telephon +49 531 592 1511

Durch das System der PTB-Bauartzulassung und die Eichung der Schallpegelmessers durch die Eichämter wird in Deutschland die Meßrichtigkeit von Schallpegelmessungen garantiert. Bei den damit in Verbindung stehenden Überprüfungs-messungen ist es häufig erforderlich, die Anzeige der Geräte abzulesen um das Meßergebnis auswerten zu können. Zunehmend kommen jedoch Geräte auf den Markt, die selbst keine direkt ablesbare Anzeige mehr haben, sondern die Meßergebnisse nach einem definierten Protokoll auf einer Schnittstelle zur Verfügung stellen oder in denen nur ein Teil der Signalverarbeitung stattfindet, während der Meßwert erst per Software in einem mitgelieferten externen Rechner endgültig gebildet wird. Es wird diskutiert, welche Auswirkungen diese Fakten auf die Zulassungsprüfung und die Eichung von Schallpegelmessern haben.

Do. 16:55 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Ein Studiomikrofon mit erweiterten Frequenzgang

Hibbing, Manfred

Sennheiser electronic GmbH & Co. KG

Für die DVD-Audio und die SuperCD, die mit Abtastraten von 96 kHz bzw 192 kHz arbeiten, sind auch Mikrofone notwendig, die bis min.50 kHz arbeiten. Über eine solche Entwicklung und die Meßergebnisse wird berichtet.

Do. 17:20 Uhr ES40, Raum 0008

Elektroakustik

Digital directivity synthesis of DSP-controlled – A new concept

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

Duran Audio BV, Zaltbommel, The Netherlands

Digitaldirectivity control (DDC) has proven to be an essential tool for the improvement of the sound (re)production in large, acoustically difficult spaces, like (semi open) stadiums, churches and passenger terminals. DSP-controlled loudspeaker arrays based on this technology, show a strong, almost frequency independent, directional behavior. This results in a high direct-to-reverberant ratio, which is beneficial for speech and music intelligibility.

Until now, the signal processing for each array element is implemented by relatively simple (Bessel) IIR-filters and separate time delays. This results in a global control of the directivity parameters (e.g. opening angle and beam elevation) in the far field of the sound beam.

To obtain a better control of the spectral and directional properties in the far field as well as in the near field, a new array control concept is introduced, called Digital Directivity Synthesis(DDS).

Applying a constrained least squares optimization scheme, the optimal directional behavior for a given array set-up and audience distribution can be calculated. By this method the directivity pattern can be molded in any desired shape. Since it is a general wave field approach, not only the far field directivity properties are controlled, but also the near field characteristics. The advantages of this method are:

- Optimal distribution of the SPL in a predefined listening area.
- Optimal spectral distribution of the SPL at each listening position.
- Optimal directivity given an arbitrary loudspeaker array set-up and the geometry of the audience area

The flexibility of the DDS-method will be illustrated by the design and acoustic simulations made for the “Doe Maar” concerts in Ahoy, Rotterdam, May 2000.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr ES40, Raum 0009Musikalische Akustik

Ist "swing" messbar ?Michael Vorländer*Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen*

Im Jazz ist "swing" ein ganz wesentliches rhythmisches Element. Der "swing" entsteht durch eine Spannung, die durch Zeitversätze der Anschlagzeitpunkte gegenüber einem exakten Metrum verursacht wird. Insbesondere wichtig ist dabei das Zusammenspiel zwischen Bass (b) und Schlagzeug (dr). Beispielsweise im 4/4-Takt werden die Viertel von beiden Instrumenten durchgespielt, allerdings b gegenüber dr leicht verzögert. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen, in denen das Timing des "pickup-beat" des Schlagzeugs im Vordergrund stand (Friberg, Sundström, Berlin 99), soll in dieser Studie die Interaktion innerhalb der Rhythmusgruppe meßtechnisch ermittelt werden. Dazu wurden Hörversuche zur Frage des subjektiv wahrgenommenen Anschlagzeitpunktes des Basses und des Beckens durchgeführt, ferner Messungen an mehrkanaligen Aufnahmen sowie Messungen an historischen (Mono-) Aufnahmen. Die Art und Weise der Separation von b und dr sowie die Meßergebnisse werden diskutiert.

Do. 11:05 Uhr ES40, Raum 0009Musikalische Akustik

Untersuchung der Eigenschaften des ObertongesangsMalte Kob, Christiane Neuschaefer-Rube*, Wolfgang Saus*Institut für Technische Akustik, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen; *Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie, Universitätsklinikum Aachen*

Beim Obertongesang handelt es sich um eine besondere Art des Singens, die einen wichtigen Platz in der Tradition fernöstlicher Länder hat, seit einigen Jahren aber auch in Europa an Bedeutung zunimmt. Es gibt verschiedene Techniken des Obertongesangs, deren Gemeinsamkeit darin besteht, daß neben dem auch bei normaler Phonation erzeugten Ton ein weiterer, scheinbar eigenständiger Ton hörbar wird, dessen Frequenz meist zwei bis drei Oktaven oberhalb der des tieferen Tons liegt und aus dessen Obertonreihe stammt. Durch eine besondere Gestaltung des Resonanzraumes zwischen den Stimmlippen und der Mundöffnung wird dieser Oberton gegenüber den anderen Obertönen in der Amplitude so stark hervorgehoben, daß er getrennt vom Grundton wahrgenommen wird. Sänger, die diese Technik beherrschen, können somit im Rahmen der Obertonreihe zwei weitgehend unabhängige Melodien singen. In diesem Beitrag werden Messungen des Schalldrucks und der Eingangsimpedanz und Übertragungsfunktion des Vokaltraktes sowie

sonographische und endoskopische Videoaufnahmen des Stimmapparates eines Obertonsängers vorgestellt und ein Zusammenhang zwischen Geometrie und Akustik hergeleitet. Weiterhin wird auf Besonderheiten bei der Richtcharakteristik eines Obertonsängers sowie die Möglichkeiten zur Modellierung von Obertongesang eingegangen.

Do. 11:30 Uhr ES40, Raum 0009

Musikalische Akustik

Die Klais-Orgel in Kyoto und die akustischen Besonderheiten ihrer japanischen Register

Jonas Braasch, Christian Ahrens

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum / Musikwissenschaftliches Institut, Ruhr-Universität Bochum

Die japanische Orgelregister-Sektion der Klais-Orgel in Kyoto, die neben den traditionellen deutschen und französischen Sektionen realisiert wurde, ist weltweit einzigartig. Sie enthält die Register: Hichiriki, Shakuhachi, Shinobue und Sho, die nach den entsprechenden japanischen Vorbildern angefertigt wurden. Während für das Shakuhachi- und das Shinobueregister Labialpfeifen verwendet wurden, kamen bei der Sho und Hichiriki die heutzutage äußerst selten im Orgelbau verwendeten Durchschlagzungen zum Einsatz.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Akustik der japanischen Register mit der ihrer Vorbilder eingehend verglichen. Hierzu wurden Einzeltonaufnahmen der japanischen Register in Kyoto sowie von den entsprechenden traditionellen Instrumenten an der Geijutsu Deigaku University in Tokyo angefertigt. Der analytische Vergleich der Fourier-spektren und der Einschwingvorgänge zeigt, daß auf dieser Basis die Akustik der Imitationen sehr gut mit der der traditionellen Instrumente übereinstimmt. Desweiteren konnte gezeigt werden, daß die Verwendung von Durchschlagzungen für die Sho und die Hichiriki bessere Ergebnisse liefert, als es mit den traditionell im Orgelbau verwendeten Aufschlagzungen möglich gewesen wäre. Dies trifft bemerkenswerter Weise nicht nur für die Sho, sondern auch für die Hichiriki zu, deren Original eine Gegenschlagzunge verwendet.

Do. 11:55 Uhr ES40, Raum 0009

Musikalische Akustik

Specific Characteristics of Maple Wood as a Material Used for Musical Instruments

Emil Rajcan, Stanislav Urgela

Department of Physics and Applied Mechanics, Technical University Masarykova 24; SK - 96053 ZVOLEN; SLOVAKIA

Maple wood has been used as a standard material for manufacturing of musical instruments for many centuries. It has been used for manufacturing of backs, necks, ribs and bridges of the bowed string instruments and for the manufacturing of different components for other musical instruments as well. Permanent interest in maple wood is quite understandable because of its extraordinary aesthetic properties.

The experimental measurements of the chosen maple wood sample sets have shown some tendencies in physical and acoustical characteristics which might be of interest both for manufacturers of musical instruments and wood science specialists.

..... **P a u s e**

Do. 13:10 Uhr ES40, Raum 0009

Musikalische Akustik

Abklingen der Saitenschwingungen von Solid-Body-Gitarren

Helmut Fleischer

Institut für Mechanik, Fakultät für Luft- und Raumfahrttechnik, UniBw München, D-85577 Neubiberg

Bei einem Zupfinstrument wie der Elektrogitarre ruft der Spieler durch Anzupfen freie Schwingungen der Saite hervor, die mehr oder weniger rasch abklingen. Drei der Mechanismen, die Ursachen dieses Abklingens sein können, werden untersucht und ihre Wirkungsbereiche abgeschätzt. Luftreibung und innere Reibung sind "saitenimmanente" Dämpfungsmechanismen. Den Einfluss des Instruments spiegelt die Dämpfung am halsseitigen Auflager der Saite wider, die mittels der mechanischen Konduktanz beschrieben wird. Die Zeitkonstanten, die aus jeder dieser Dämpfungen resultieren, werden berechnet. Mit dem Ziel, die Rollen der einzelnen Teilschwingungen beim Abklingen des gesamten Saitensignals in ihren Grundzügen zu charakterisieren, wird eine vereinfachte Vorstellung entwickelt. Auf der Basis experimenteller Daten wird abgeschätzt, in welchem Bereich welcher Dämpfungsmechanismus das Abklingen dominiert. Danach kommt die größte Bedeutung der inneren Reibung der Saite zu; lediglich bei den hohen Saiten kann die Luftreibung ebenfalls einen Einfluss haben. Solange diese "saitenimmanenten" Mechanismen überwiegen, bestimmt die erste Teilschwingung das Abklingen des Gesamtsignals. Dies gilt nicht

mehr, sobald die "instrumentenimmanente" Auflagerdämpfung selektiv auf die erste und manchmal zusätzlich auch auf die zweite Teilschwingung wirkt. Ein "Dead Spot" ist offenbar dadurch gekennzeichnet, dass das Abklingen des Gesamtsignals nicht mehr von der ersten, sondern von der zweiten oder manchmal auch von der dritten Teilschwingung bestimmt wird.

Do. 13:35 Uhr ES40, Raum 0009

Musikalische Akustik

Anemometrische Messungen des Jets bei Mundresonanz der Querflöte

Andreas Bamberger

Fakultät für Physik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Mundresonanz wird unter anderem beim Blockflötenspiel zitiert als Tonqualität beeinflussendes Mittel. Die Untersuchungen an Querflöten mit einer justierbaren Nachbildung der natürlichen Verhältnisse der Lippen und der Blaslochüberdeckung ergibt einen Effekt der Mundresonanz bei gleicher Länge des vokalen Traktes wie die halbe Wellenlänge des geblasenen Tons bei etwa 1100 Hz. Die ungeraden Partialtöne können im Resonanzfall bis zu einem Faktor 2 - 3 in der Druckamplitude unterdrückt werden.

Die anemometrischen Untersuchungen des Jets durch Hitzdrahtsonden ergaben folgenden Sachverhalt: Die Geschwindigkeit des Jets ist während der Phase der Wirbelablösung am Labium um etwa 20% erhöht. Dieser Befund ist aus Druckmessungen postuliert und hier erstmals gemessen. Die Mundresonanz erzeugt eine Veränderung der Phasenlage der Geschwindigkeitsüberhöhung. Das Geschwindigkeitsprofil des Jets und die Variation einiger Parameter, wie zum Beispiel der Versatz des Anblasstromes gegenüber dem Labium, werden vorgestellt. Es wird die Hypothese geprüft, ob der Volumenstrom so verändert wird, dass eine vergleichbare Situation vorliegt, wenn das Labium symmetrisch vom Jet getroffen wird und somit eine Unterdrückung der ungeraden Partialtöne zur Folge hat.

Do. 14:00 Uhr ES40, Raum 0009

Musikalische Akustik

Untersuchungen am Jet einer Querflöte mittels PIVSteffen Schaudel Andreas Bamberger*Fakultät für Physik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*

Ziel dieser Untersuchung ist es, die Eigenschaften des Jets einer Querflöte zu beschreiben. Mit Hilfe von Particle Imaging Velocimetry (PIV) kann das Geschwindigkeitsfeld des Luftstromes über den gesamten Bereich der Wirbelbildung gemessen werden. Diese Methode birgt Vorteile im Gegensatz zur Hitzdraht- (HWA) oder Laser-Doppler-Anemometrie (LDA), bei denen die Geschwindigkeit nur punktuell gemessen werden kann.

Der Versuchsaufbau bildet ein natürliches System aus Bläser und Querflöte nach: ein Rohr mit veränderlichem Volumen dient als Rachen- und Mundraum. Daran schließt sich ein Paar künstlicher Lippen an, die auf eine Querflöte aufsetzen. In die Lippen ist eine Düse eingearbeitet, aus welcher der Jet austritt. Mit diesem Aufbau ist es möglich, Töne zu erzeugen, die denen beim Spielen der Flöte qualitativ ähnlich sind. Über Verschiebetische können dabei verschiedene Parameter verändert werden, die das Verhalten des Jets und somit auch die Qualität des Tones beeinflussen. So ist es z. B. möglich, den Abstand zwischen Düse und Labium, die Geschwindigkeit des Jets, dessen Anblaswinkel und den Anblasversatz gegenüber dem Labium einzustellen.

Anemometrische Messungen haben ergeben, dass die Geschwindigkeit des Jets während der Phase der Wirbelablösung am Labium um etwa 20% erhöht ist. Dieses Ergebnis wird unter Einsatz von PIV über den gesamte Länge des Jets überprüft. Wesentliche Aspekte dieser Untersuchung sind die Bedingungen, die ein Überblasen der Querflöte zulassen, und die Eigenschaften des Jets bei den sogenannten Mundresonanzen (vgl. parallel dazu eingereichter Beitrag von A. Bamberger).

Do. 14:25 Uhr ES40, Raum 0009

Musikalische Akustik

Ein Kontrabass mit flacher Zarge - Ist er akustisch brauchbar?Gunter Ziegenhals*Institut für Musikinstrumentenbau Zwota*

Der Beitrag berichtet über Untersuchungen an Kontrabässen mit flacher Zarge, die eine Weiterführung zu den im November 2000 auf dem Musikinstrumentenbau - Symposium in Michaelstein vorgetragenen Ergebnissen darstellen. Die Frequenzkurven von Kontrabässen mit gegenüber normalen Bässen deutlich kleinerer Zargenhöhe von 70 mm sonst aber vergleichbaren Abmessungen zeigen (wie zu erwarten) im unteren Frequenzbereich nach oben verschobene Peaks. Für den Frequenzbereich

ab ca. 150 Hz sind die Frequenzkurven vergleichbar jedoch mit leicht verbessertem Übertragungsverhalten der Flachbässe. Es ergibt sich ein Abfall des Klanges im unteren Spielbereich. Betroffen ist interessanterweise jedoch nur der Grundtonbereich der großen Oktave. Die Kontraoktave ist als gleichwertig anzusehen und der Bereich oberhalb der großen Oktave wird vom Flachbass, wie oben bereits erwähnt sogar besser übertragen. Da der gestrichene Klang sehr Obertonreich ist, kann der schwächere Grundtonbereich der großen Oktave durchaus mit kräftigen Obertönen aufgebaut werden. Die musikalische Brauchbarkeit auch im ursprünglich bei der Entwicklung gar nicht anvisierten klassischen Bereich wurde in Musikertests bestätigt und wird anhand von Hörbeispielen demonstriert. Die an der Abstrahlung der einzelnen Frequenzbereiche beteiligten Moden des Instrumentes werden mittels der Ergebnisse von Modalanalysen veranschaulicht.

Do. 14:50 Uhr ES40, Raum 0009

Musikalische Akustik

Wissenschaft und Wahrnehmung in der Audiotechnik

Gerhard Graber, A.o.Univ.-Prof. DI. Dr.

Institut für Nachrichtentechnik und Wellenausbreitung, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 12, A-8010 Graz

Die Audiotechnik/Tontechnik ist ein hochinterdisziplinäres Fachgebiet, in dem sowohl die wissenschaftlich objektivierbaren Fakten als auch die erlebnisorientierte subjektive Musikwahrnehmung von entscheidender Bedeutung ist. Der Vortrag geht auf Eigenheiten der Hörwahrnehmung ein, die in der praktischen Studioarbeit auf Schritt und Tritt anzutreffen sind, die jedoch kaum bzw. nicht durch die Analyse von Hörparametern beschreibbar sind, da sie sich stets in einem konkreten unwiederholbaren Zusammenhang ereignen.

Eine Gruppe der behandelten Phänomene befaßt sich mit der Kommunikation bei der Studioarbeit (Musiker – Musiker bzw. Musiker – Techniker), geht also auf die Hörwahrnehmung bei der intersubjektiven Kommunikation ein. Eine zweite Gruppe von Phänomenen bezieht sich auf die unterschiedliche Wahrnehmung durch ein und dieselbe Person im Verlaufe der Studioarbeit (intrasubjektive Unterschiede). Z. B. weist die Wahrnehmung einer fertigen Abmischung nach einer mehrstündigen intensiven Arbeitssitzung deutliche Unterschiede zur Wahrnehmung desselben Materials nach mehreren Wochen auf.

Mit der Einführung des "Wahrnehmungsraums" wird zunächst ein intuitives Modell für die Beschreibung der genannten Phänomene vorgestellt. Daran anschließend werden Erkenntnisse aus der modernen Biologie, Biophysik und anderen Bereichen angeführt, die eine sehr hohe

Korrelation zum vorgestellten Modell des "Wahrnehmungsraums" aufweisen.

Dieser Beitrag versteht sich durchaus auch als eine grundlegende Überlegung zum Thema Wahrnehmung mit dem Ziel, eine weiterführende Diskussion anzuregen.

Ende der Sitzung

Do. 15:40 Uhr ES40, Raum 0009

Schallschirme

Absorbierende Schallschutzwand-Aufsätze

Th. Beckenbauer U.J. Kurze

Müller-BBM GmbH

Maßnahmen an der Oberkante von Schallschutzwänden sollen zur Verbesserung der Abschirmwirkung führen. Das japanische Produkt "Noise Reducer" stellt eine einfache und leichte Konstruktion mit pilzförmigem Querschnitt und schallabsorbierender Oberfläche dar, die auf konventionelle Lärmschutzwände an Straßen aufgesetzt werden kann. Nach Herstellerangaben wird typisch eine A-Schallpegelminderung von 2 dB gegenüber einer gleich hohen Wand ohne Aufsatz erreicht. Die Wirksamkeit dieses Produkts wurde im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen und der Bayerischen Obersten Baubehörde unter anwendungsnahen Bedingungen an Straßen geprüft. Dazu wurde auf einem Versuchsgelände mit verschiedenen Straßenbelägen in 6,5 m und 10 m Abstand von Fahrstreifenmitte eine 3,5 m hohe Schallschutzwand mit und ohne Aufsätze errichtet. Bei Vorbeifahrt verschiedener Versuchsfahrzeuge mit Geschwindigkeiten von 80 km/h und 130 km/h wurden in Abständen bis 60 m und in einer Messhöhe von 2,3 m über ebenem Gelände Schallmessungen durchgeführt. Über die Ergebnisse, die weitgehend mit der Produktbeschreibung übereinstimmen, wird berichtet.

Do. 16:05 Uhr ES40, Raum 0009

Schallschirme

Untersuchung über die Wirksamkeit eines Aufsatzsystems für Lärmschutzwände für typische Immissionspunktentfernungen

H. Schwaiger M. T. Kalivoda, W. Kaufmann, K. Zeilinger *psiA-Consult (1+2)*, *ASFİNAG (3)*, *NÖ-Landesregierung (4)*

Im Zuge der hier vorgestellten Studie sollte als Alternative zu aus statischen Gründen oft nicht mehr möglichen wesentlichen Erhöhungen einer bestehenden Lärmschutzwand die Wirksamkeit sogenannter Aufsatzelemente überprüft werden. Das Aufsatzsystem besteht aus achteckigen, perforierten Aluminiumröhren mit 40 cm Durchmesser. Gefüllt sind die Röhren mit schallabsorbierendem Material. Die Wirkung setzt sich aus Reflektion (teilweise nach unten), Absorption und Beugungseffekten zusammen. Die Messungen wurden vor und nach der Montage des gewählten Aufsatzelementes an der A21 (Autobahn südwestlich von Wien) durchgeführt. Es wurden die Emissionspegel an der Autobahn direkt vor der Lärmschutzwand und die Immissionspegel in 25, 50 und 75 Metern Entfernung nach der Lärmschutzwand in jeweils drei unterschiedlichen Höhen aufgenommen. Dadurch konnte in einer typischen Lärmsituation die bei den Anrainer auftretenden Schallpegelreduktionen festgestellt werden. Die Ergebnisse bestätigen eine weitaus günstigere Beeinflussung des Schallfeldes als eine reine Lärmschutzwanderhöhung. Im Mittel wurden A-bewertete Schallpegelreduktionen von rund 2 dB(A) gemessen. Vergleichbare Lärmschutzwanderhöhungen bringen laut RVS 3.02 rund 0,5 dB(A).

Do. 16:30 Uhr ES40, Raum 0009

Schallschirme

Abschirmende Wirkung von Schallschutzwänden bei Vorbeifahrten verschiedener Zugarten

Heidemarie Wende, Bernd Barsikow**, Michael Hellmig**

**Umweltbundesamt Berlin, **Ingenieurbüro akustik-data Berlin*

Bei Vorbeifahrten schnellfahrender Reisezüge werden Überschätzungen der Einfügungsdämpfung von Hindernissen befürchtet, da mit zunehmender Geschwindigkeit der Geräuschanteil aerodynamischer Schallquellen wächst und die Höhe dieser Quellen von der des Rollgeräusches abweicht.

Um mögliche Abweichungen zu erfassen und Grundlagen für eine Novellierung der Berechnungsvorschrift zu erarbeiten, hat das Umweltbundesamt im Rahmen des Umweltforschungsplanes u.a. konventionelle Messungen an bestehenden Hochgeschwindigkeitsstrecken durchführen lassen. Dabei erfolgten zunächst Messungen an benachbarten Meßorten mit und ohne Wand bei den Vorbeifahrten derselben Züge

verschiedener Zugarten. Bei diesem Vorgehen sind allerdings verfälschende Einflüsse zu beachten, die sich durch die unterschiedliche Beschaffenheit (je nach Abnutzung) der Gleise und nicht immer identische topografische Bedingungen ergeben. Im Spätsommer 2000 bestand die Chance, Messergebnisse ohne die oben erwähnten Einflüsse zu gewinnen und die Validität der bisherigen Ergebnisse zu überprüfen, da an einem Messort an der Schnellfahrstrecke Hannover-Würzburg aufgrund von Schäden eine vorhandene Schallschutzwand (bzw. deren Reste) demontiert und durch eine neue ersetzt werden musste. Über die Ergebnisse dieser Messungen wird berichtet.

Do. 16:55 Uhr ES40, Raum 0009

Schallschirme

Aufsätze für Schallschirme - Einfluß der Kammerbreite

Rudi Volz Michael Möser

Institut für Technische Akustik, TU Berlin

Die Verbesserung der Abschirmwirkung von Schallschirmen durch Maßnahmen im Bereich der Schirmoberkante ist seit 1995 Gegenstand von theoretischen und praktischen Untersuchungen am Institut für Technische Akustik der TU Berlin. Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden auf der DAGA 95, 97, 98 und 2000, auf dem ICSV 7 sowie in der Acustica (1995) und JASA (1999) vorgestellt. In den letzten Jahren wurden dabei $\lambda/4$ -Resonatoren untersucht. Als Resonatoren wurden dabei halboffene Röhren verwendet.

In diesem Vortrag werden Ergebnisse von Labormessungen vorgestellt, die den Einfluß der Breite der einzelnen Rohre untersuchen.

Dazu wurde die Breite von 68 mm der 158 Röhren (Rohrlänge: 205 mm) eines bereits vorhandenen 3 m langen Aufsatzes durch Einbringung von Trennplatten halbiert. Die Untersuchungen fanden im reflexionsarmen Raum des Institutes für Technische Akustik statt. Dabei fanden jeweils zwei Meßserien an 35 Mikrofonpositionen mit und ohne eingefügte Trennplatten statt, um lediglich den Einfluß der halbierten Rohrbreite erfassen zu können. Bei mittleren und hohen Frequenzen (ab ca. 1500 Hz) läßt sich eine Verbesserung der Abschirmwirkung durch die reduzierte Kammerbreite der Röhren nachweisen.

Der Einfluß der Kammerbreite eines Aufsatzes mit $\lambda/4$ -Resonatoren wurde 1998 auch von Okubo und Fujiwara mit Hilfe der BEM untersucht. Dabei wurde ebenfalls ein signifikanter Einfluß dieses Parameters auf die Abschirmwirkung festgestellt.

Do. 17:20 Uhr ES40, Raum 0009

Schallschirme

Aufblasbare ultraleichte SchallschirmeMehra, Schew-Ram*Fraunhofer-Institut für Bauphysik und Lehrstuhl Konstruktive Bauphysik der Universität Stuttgart*

Herkömmliche Schallschirme wie Lärmschutzwände sind teuer und nur für den Schutz gegen stationäre Lärmquellen geeignet. Bei mobilen Lärmquellen mit begrenzter Betriebsdauer, z. B. bei Baustellen, Openair-Veranstaltungen usw., wird daher meist auf den Einsatz von Schallschutzeinrichtungen verzichtet. Auch im privaten Bereich, wo ein kostengünstiger und nach Bedarf einsetzbarer Schutz gegen den Außenlärm gewünscht wird, mangelt es an geeigneten Möglichkeiten. Die am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart und am Lehrstuhl Konstruktive Bauphysik der Universität Stuttgart entwickelten "Selbsttragenden aufblasbaren und leichten Schallschutzkonstruktionen (SALS)" ermöglichen solche mobile Lärmschutzsysteme, die leicht und kostengünstig sind. Aus praktischen aber auch wirtschaftlichen Gründen können sie wieder- bzw. mehrfach verwendet werden.

Die Grundidee bei diesen Konstruktionen besteht aus aufblasbaren Elementen aus Folien oder Membranen, die zur Einrichtung temporärer Schallschirme eingesetzt werden. In akustischer Hinsicht stellen die beschriebenen Elemente leichte biegegewiche Doppelschalen dar, die durch das Aufblasen eine eigentragfähige Form erhalten und im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen keine zusätzlichen Stützen oder Streben erfordern. Durch die doppelschalige Konstruktionsweise wird daher bei minimalem Gewicht eine relativ optimale und für die Schallschirme ausreichende Schalldämmung erreicht. Eigene Untersuchungen haben gezeigt, daß die ultraleichten Schallschirme in ihrer akustischen Wirksamkeit mit konventionellen, massiven Lärmschutzwänden vergleichbar sind.

Do. 17:45 Uhr ES40, Raum 0009

Schallschirme

Aktive Verbesserung der Schalldämmung eines Doppelfensters: Vergleich zwischen Feedback- und Feedforward-AnordnungenAndré Jakob, Michael Möser*Technische Universität Berlin, Institut für Technische Akustik*

Doppelglasfenster bieten für mittlere und hohe Frequenzen meist eine ausreichende Schalldämmung. Konventionelle Maßnahmen zur Erhöhung der Schalldämmung für tiefere Frequenzen setzen im allgemeinen einen erhöhten Masseaufwand oder eine Dickenvergrößerung jeweils in beträchtlichem Umfang voraus. Ein alternativer Ansatz, dieses

Ziel zu erreichen, besteht in aktiven Maßnahmen, z.B. der Minimierung des Hohlraumschallfeldes zwischen den Scheiben durch Lautsprecher. Im Fensterprüfstand des Institutes für Technische Akustik der TU Berlin wurde eine Laborversion eines Doppelfensters mit integrierten Lautsprechern und (Fehler)-Mikrofonen aufgebaut. Zur DAGA 2000 wurden erste Messergebnisse mit einem einkanaligen adaptiven Feedback-Regler vorgestellt. Jetzt wird über Messungen berichtet, die mit Hilfe mehrkanaliger Feedback-Anordnungen sowie mehrkanaliger Feedforward-Anordnungen durchgeführt wurden. Die Messergebnisse beider Anordnungen werden miteinander verglichen und diskutiert. Im Falle der Feedforward-Anordnung wurde das nötige Referenzsignal durch ein Mikrofon im Senderraum des Fensterprüfstandes gewonnen. Die Eigenschaften des Senderraums im Fensterprüfstand führten zu Schwierigkeiten, auf die hier eingegangen wird. Ein abschließender Vergleich zwischen Messergebnissen mit verschiedenen Signalformen (Rauschen, Töne, Verkehrslärm), des damit verbundenen unterschiedlichen Erfolges der aktiven Maßnahme und der daraus resultierenden unterschiedlichen Schalldämmung von adaptiv-aktiven Fenstern wirft die Frage nach einer geeigneten Bewertung solcher breitbandigen aktiven Maßnahmen auf.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Bestimmt Zuhörererwartung oder notwendige Ähnlichkeit zwischen Signal und Echo die Wirksamkeit des Präzedenzeffekts?

Miriam N. Valenzuela Ervin R. Hafter

University of California, Berkeley

Schallquellen in halligen Räumen rufen Rückwürfe aus unterschiedlichen Richtungen hervor, die zeitlich verzögert an die Ohren des Zuhörers gelangen. Diese Echos werden meist nicht als räumlich getrennte Hörereignisse wahrgenommen. Dieses Phänomen ist als Präzedenzeffekt bekannt. Damit das Gehör bei einer Signal-Echo Darbietung das verzögerte Signal als Echo des vorhergehenden Schalls erkennt und dessen Richtungsinformation unterdrückt, muß eine gewisse Ähnlichkeit zwischen Primär- und Sekundärschall gegeben sein. Untersuchungen hierzu haben ergeben, daß Unähnlichkeiten zwischen Primärschall und Rückwurf, die infolge der Reflexion hervorgerufen werden, plausibel sein müssen, damit der Präzedenzeffekt wirksam wird. Grundvoraussetzung für Präzedenz ist also zum einen die Plausibilität der Unähnlichkeit zwischen Primärschall und Echo. Zum anderen ist bekannt, daß

die Wirksamkeit des Präzedenzeffekts stark von dem abhängt, was unmittelbar vorher gehört wurde. So wird beispielsweise die Echoschwelle größer, wenn Primärschall und Echo wiederholt dargeboten werden. Durch wiederholte Darbietung werden Erwartungen über die akustische Umgebung im Zuhörer aufgebaut. Die Wirksamkeit des Präzedenzeffekts wird damit von der Plausibilität des Echos im Rahmen der Zuhörererwartungen abhängig. Tritt eine plötzliche Änderung auf, die entsprechend der Zuhörererwartungen nicht plausibel ist, wird der Präzedenzeffekt unwirksam. Unklar ist, ob die Wirksamkeit des Präzedenzeffekts hauptsächlich durch die notwendige Ähnlichkeit zwischen Primärschall und Echo bestimmt wird, oder ob sie vor allem durch die Erwartungen, die auf das unmittelbar vorher Gehörte aufbauen, bestimmt wird. Mit einem Hörversuch wird untersucht, ob die bei isolierter Darbietung eines Signal-Echo-Paars gemessene Echoschwelle, die allein von der Plausibilität der Unähnlichkeit zwischen Signal und Echo abhängig ist, durch eine vorhergehende Anregung mit einer unvereinbaren Zuhörererwartung verändert wird.

Do. 11:05 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Untersuchungen zum richtungsspezifischen Aufbau des Präzedenzeffektes

Thomas Djelani

Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum

Das auditive System des Menschen ist in der Lage sich an ein akustisches Szenario anzupassen. Ein Beispiel für einen solchen Anpassungsprozeß bietet der Aufbau des auditiven Präzedenzeffektes. Dieser lässt sich psychoakustisch als Aufbau der Echoschwelle oder der sogenannten "lag discrimination suppression" beobachten, wobei nicht geklärt ist, ob den beiden genannten Effekten der selbe Mechanismus zugrunde liegt. Neuere Untersuchungen zum Aufbau der Echoschwelle haben sehr deutliche Hinweise erbracht, dass dieser Effekt richtungsspezifisch ist, dass ein Anstieg der Echoschwelle also nur für die Richtungen beobachtbar ist, aus denen Rückwürfe dargeboten wurden. Diese Hypothese steht im Gegensatz zu der bisherigen Annahme, dass Erwartung eine maßgebliche Rolle bei dem Aufbau der Echoschwelle spielt. In einem der zwei durchgeführten Experimente wurde obiger Fragestellung weiter nachgegangen, indem die "lag discrimination suppression" auf einen möglichen richtungsspezifischen Aufbau hin untersucht wurde. Die Ergebnisse dieses Versuchs geben auch weitere Anhaltspunkte für einen beiden Effekten zugrunde liegenden Mechanismus. Der zweite Versuch diente dem Ziel eine Zeitkonstante für das Andauern der Effekte zu bestimmen

Do. 11:30 Uhr DE15, Raum 0506Psychoakustik II

Some New Experiments on the Precedence EffectChristos Tsakostas Jens Blauert*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Recent pilot studies have rendered the following findings with regard to the precedence effect in a standard arrangement with one lead and one lag loudspeaker in anechoic space (simulated by virtual environment): The span of delays within which the precedence effect is active is shorter for low-frequency band-pass-filtered (BP) noise bursts (200 to 770 Hz) than for high-frequency BP-noise bursts (1.72 to 3.7 kHz), and even shorter when both are presented simultaneously. Further: A concurrent continuous low-frequency BP noise prolongs the span for high-frequency BP-noise bursts, but not the other way around. For the same delay the auditory events for high- and low-frequency BP-noises are positioned differently in space. This holds also for different musical instruments playing concurrently. The JNDs for the delay of the lag speaker (absolute threshold of perceptibility) is not affected in the case of low-frequency BP-noise burst when a continuous high-frequency BP noise is added, but the other way around. Our data, among others, may support a hypothesis as to which the precedence effect is different for different - simultaneously perceived - auditory streams, and that different auditory streams may interact with regard to the precedence effect.

Do. 11:55 Uhr DE15, Raum 0506Psychoakustik II

Untersuchungen zur Lokalisation mit binauralen AufnahmesystemenFranz Graf*, Martin Pflüger**, Gerhard Graber*****Joanneum Research, **AVL List GmbH, *** TU Graz*

Seit einigen Jahren werden binaurale Aufnahmeverfahren zur Aufzeichnung von Geräuschen und Musik verwendet. Diese ermöglichen die Speicherung und anschließende Wiedergabe einer räumlichen Schallfeldsituation über zwei Kanäle. Der Grundidee, das Schallfeld so aufzuzeichnen wie es vom Menschen tatsächlich wahrgenommen wird, kann durch die Verwendung von Kunstkopfsystemen näher gekommen werden. Eines der wesentlichen Qualitätskriterien eines Kunstkopfsystems ist die ermöglichte Schallquellenlokalisierung bei Kopfhörerwiedergabe. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Lokalisationseigenschaften unterschiedlicher Kunstkopfsysteme zu untersuchen. Dafür wurden vergleichende Analysen zwischen mehrkanaligen Lautsprecherwiedergaben sowie einer Kopfhörerwiedergabe im Labor durchgeführt. Als Aufnahmeverfahren wurden sowohl gängige Kunstkopfsysteme als auch das neu entwickelte Aufnahmeverfahren "SOURCE"

verwendet. Besonderes Augenmerk wurde auf das auf dem Prinzip der Trennkörper-Stereofonie basierende Aufnahmesystem "SOURCE" gelegt, da es bisher bei Fahrzeuginnengeräuschen eine ausgezeichnete Wiedergabequalität im Labor erreichen konnte.

..... **P a u s e**

Do. 13:10 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Ein Lokalisationsmodell zur Simulation des menschlichen Hörens in Mehrschallquellsituationen

Jonas Braasch

Institut für Kommunikationsakustik Ruhr-Universität Bochum

Unser Hörorgan ermöglicht uns, in gewissen Grenzen, auch Schallquellen zu orten, die in Anwesenheit weiterer Schallquellen aufgenommen werden. Um diese Eigenschaft auch in Lokalisationsmodellen simulieren zu können, werden bevorzugt Frequenzbänder oder Zeitabschnitte ausgewertet, in denen der zu ortende Schall ungestört empfangen wurde. Wie Hörversuche demonstrieren, ist der Mensch im Gegensatz zu solchen Modellen jedoch in der Lage auch die Position von Testschallen in der Horizontalebene zu bestimmen, bei der das Signal während der gesamten Dauer von einem Störsignal begleitet wird, das denselben Frequenzumfang hat wie das Testsignal. Die Einsatzzeitpunkte von Test- und Störschall müssen jedoch in diesem Fall unterschiedlich sein, damit der Testschall lokalisiert werden kann. Diese Voraussetzung wird in dem hier vorgestellten Modell ausgenutzt. Die interauralen Zeitdifferenzen des Testsignals werden in 10 Frequenzbändern zwischen 300 und 1700 Hertz aus der Differenz der interauralen Kreuzkorrelation zwischen Gesamtsignal und Störsignals berechnet: $\Psi_S = \Psi_G - \Psi_M$. Die Korrelationsfunktion des Störsignals wird hierbei aus dem Anteil bestimmt, der dem Testschall vorangeht. Dabei wird angenommen, daß die Eigenschaften des Störsignals sich nicht bei zusätzlicher Präsentation des Testschalls verändern. Um die Differenz der beiden Korrelationsfunktion problemlos bilden zu können, müssen Testschall und Störsignal unkorreliert sein. Dies ist in natürlichen Umgebungen die Regel. Das Modell ist nicht nur fähig Testschalle bei ähnlich niedrigen Signal-/Störabständen zu lokalisieren, wie es auch der Mensch vermag. Es können darüber hinaus weitere psychoakustische Effekte, wie zum Beispiel die Verschiebungen von Hörereignissen, die bei niedrigen Signal-/Störabständen oder der Verhallung von Signalen auftreten, gezeigt werden.

Do. 13:35 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Verallgemeinerbarkeit von statistisch begründeten Referenzparametern zur Lokalisation im Störgeräusch

Johannes Nix

Graduiertenkolleg Psychoakustik und AG Medizinische Physik, Universität Oldenburg

In früheren Arbeiten wurde ein Algorithmus vorgestellt, der die empirisch bestimmte Statistik von binauralen Signalparametern verwendet, um in einer Bayes-Cluster Klassifikation die Richtung von Schallquellen im Störgeräusch zu bestimmen. Hierbei dienen die aus den Histogrammen der Parameter geschätzten Verteilungen als Referenzen, was der 'Trainingsphase' bei neuronalen Netzwerken entspricht. Diese Verteilungen weisen eine starke Abhängigkeit vom SNR auf, sie sind bei hohen Signal-Rausch-Abständen nicht Gauß-förmig, wie die Analyse der höheren statistischen Momente zeigt. Bei niedrigen Signal-Rausch-Abständen nähern sich die Kurven jedoch der Normalverteilung. Die ermittelten Referenzen werden zur Reduktion des Rechenaufwands mittels einer hierarchischen Clusteranalyse kombiniert und in einer Bayes'schen Klassifikation verwendet, was in einem sehr effizientem Algorithmus resultiert.

Es konnte gezeigt werden, daß das beschriebene Verfahren im Störgeräusch eine ähnliche Leistung wie Versuchspersonen aufweist. Wegen des geringen Rechenaufwands ist eine Anwendung des Verfahrens in Algorithmen zur Störgeräuschunterdrückung interessant. Genauso wie bei neuronalen Netzen ist hier allerdings die Frage der Robustheit und des Generalisierungsvermögens von entscheidender Bedeutung.

In diesem Beitrag soll diskutiert werden, wie hoch das Generalisierungsvermögen dieses Bayes-Cluster-Algorithmus ist, wenn andere als trainierte Störgeräuschumgebungen auftreten. Weiterhin wird untersucht, inwieweit die Abweichungen von der Gaußform für die Lokalisation relevant sind.

Do. 14:00 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Effiziente Auswahl der individuell-optimalen aus fremden Außenohrübertragungsfunktionen

Bernhard Seeber Hugo Fastl

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München, D-80290 München

Für Anwendungen von virtueller Akustik, bei denen eine Messung der individuellen Außenohrübertragungsfunktionen nicht möglich oder praktikabel erscheint, wird eine Methode benötigt, die eine individuell-optimale Auswahl aus fremden Außenohrübertragungsfunktionen erlaubt. So wurden zunächst Kriterien bestimmt, nach denen eine bestimmte Außenohrübertragungsfunktion optimal für eine Person sein kann. Daraufhin wurde eine knappe Fragestellung entwickelt, die Personen ohne Vorwissen im binauralen Hören derart erfassen können, daß mehrere wichtige Kriterien für die Anwendung virtueller Akustik zugleich erfüllt werden. So verstehen die meisten Personen den Begriff "Räumlichkeit" dahingehend, daß eine größtmögliche Externalisation des virtuellen akustischen Abbildes gegeben ist. Zur Auswahl der Außenohrübertragungsfunktionen wurden zwei Methoden getestet. In der ersten Methode bewertet die Versuchsperson die Räumlichkeit der mit verschiedenen Außenohrübertragungsfunktionen unter mehreren Richtungen dargebotenen Testschalle mit den Zahlen 1-10 und der Algorithmus wählt anhand der Bewertung die optimale Außenohrübertragungsfunktion aus. Die andere Methode läßt die Versuchspersonen die optimale Außenohrübertragungsfunktion selbständig auswählen, während der Computer Schallbeispiele mit den verschiedenen Außenohrübertragungsfunktionen auf Anforderung abspielt. Diese bei Sound Quality Untersuchungen bewährte Methode hat sich auch für die Auswahl von Außenohrübertragungsfunktionen als die effizientere erwiesen, obwohl sie an die Versuchsperson größere Ansprüche stellt. Andererseits wird die Versuchsperson in den Versuchsablauf eingebunden, was die Akzeptanz der Methode erhöht. Durch Lokalisationsuntersuchungen mit den ausgewählten Außenohrübertragungsfunktionen kann die Auswahlmethode überprüft werden.

Do. 14:25 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Auditive Figur-Hintergrund Trennung bei verhallten Signalen mittels ÜbermaskierungWerner A. Deutsch*Institut für Schallforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien*

Übermaskierung hat sich als zuverlässige Methode zur Trennung von auditiver Figur und Hintergrund erwiesen. Während Simultanmaskierung die Zerlegung eines Signals in maskierte und unmaskierte spektrale Komponenten ermöglicht, konnten mit Hilfe von Übermaskierung darüber hinaus jene Komponenten extrahiert werden, die den inhaltsbestimmenden Anteil von Sprache und Musik bilden. Übermaskierung kann überall dort eingesetzt werden, sofern die auditive Figur vor dem akustischen Hintergrund durch einen minimalen Amplitudenüberschuss gekennzeichnet ist. Diese Bedingung ist in den meisten Anwendungsfällen gegeben, wenn eine führende Stimme und musikalische Begleitung gemeinsam auftreten.

Der vorliegende Beitrag erläutert die Trennung von Figur und Hintergrund bei stark verhallten Signalen. Es kann gezeigt werden, daß mittels des Modells der Übermaskierung Hallkomponenten extrahiert werden können, die keinerlei inhaltsbezogene Information enthalten. Die Anwendbarkeit des Modells wird anhand von Tonbeispielen demonstriert.

..... **P a u s e**

Do. 15:40 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Untersuchungen zur Halligkeit von zeitvarianten synthetischen und natürlichen SchallenJosef Chalupper*Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, Technische Universität München*

Sowohl mittels Größenschätzung mit Ankerschall als auch anhand von Verbalkategorien wurde die Halligkeit von zeitlich stark fluktuierenden Schallen bei Kopfhörerdarbietung ermittelt. Bei künstlich verhallten gepulsten Breitbandrauschen wurde die Abhängigkeit von Pegel, Nachhallzeit und Pausendauer untersucht. Die Ergebnisse deuten daraufhin, daß der Verlauf des Nachhalls in den Pausen entscheidend für das Urteil ist und die Halligkeit qualitativ durch eine zeitliche Integration des Nachhallvorgangs modelliert werden kann. Versuche mit komprimierten synthetischen und natürlichen Schallen ergaben, daß die Halligkeit bei Erhöhung der effektiven Kompressionsrate zunimmt. In einer

weiteren Versuchsreihe wurde der Einfluß der Darbietungsart (monotisch, diotisch oder dichotisch) untersucht. Bei Beurteilung der Halligkeit durch Verbalkategorien zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen diesen Darbietungsarten; eine "binaurale Hallbefreiung" konnte also nicht nachgewiesen werden. Die Ergebnisse dieser Versuche werden vorgestellt und hinsichtlich ihrer Konsequenzen für Theorie (Modellvorstellung) und Praxis (Anwendung von Kompression) diskutiert.

Do. 16:05 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Psychoakustische Optimierung einer Maschinenkomponente

Martin Klemenz

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen, D-52056 Aachen

Typischerweise besteht ein Lärmproblem aus einer Signalkette, die sich aus mehreren Komponenten zusammensetzt. Hierzu gehören in der Regel primäre Quellsignale, z.B. Kraftanregung und übertragende Systeme, z.B. Körperschallübertragung oder Abstrahlung. Nicht immer sind alle Kettenglieder bekannt - z.B. wenn ein Maschinenhersteller die Struktur, an welche diese angekoppelt wird, in ihrem akustischen Verhalten nicht exakt kennt. Hierbei kann der ungünstige Fall eintreten, dass ein Bauteil zwar für sich gesehen als akustisch unbedenklich anzusehen ist, im Gesamtzusammenhang aber eine unerwartete Lästigkeit des Ausgangssignals bewirken kann. Ebenso kann sich eine Lärmminierungsmaßnahme an einer Komponente am Ende als wirkungslos herausstellen.

Zur Annäherung an diese Fragen wird eine einfache Simulation vorgestellt, die sich auf stationäre Signale und die psychoakustischen Parameter Lautheit, Schärfe, Rauigkeit und Tonhaltigkeit beschränkt. Im Vergleich zwischen Eingangs- und Ausgangssignal bei einfachen Signalketten zeigt die Korrelation dieser Größen an, wie linear, d.h. wie "robust" sie sich verhalten. Wesentliche Voraussetzung für die Aussagefähigkeit dieser Simulation ist die Wahl repräsentativer Parameter für Eingangssignale und übertragende Systeme. Für den allgemeinen Fall lassen sich nur tendenzielle Aussagen ableiten (z.B. dass eine hohe Rauigkeit durch ein unbekanntes System eher vermindert als erhöht wird); genaue Prognosen können aber nur am jeweiligen Fallbeispiel erfolgen.

Do. 16:30 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Die Wirkung kombinierter Schall- und Geruchsexposition: Belästigungsscreening der Bevölkerung um die Abfallbeseitigungs-Anlage in Kreyenbrück/Oldenburg

Markus Meis(1), Gernot Brauchle(2)

(1) *Institut zur Erforschung von Mensch-Umwelt-Beziehungen, Universität Oldenburg*; (2) *Institut für Hygiene und Sozialmedizin, Universität Innsbruck*

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zur Wirkung multipler Stressoren wurden von Oktober 1998 bis Februar 1999 insgesamt 230 Bewohner (Durchschnittsalter: M=48 Jahre) des Stadtteils Kreyenbrück/Osternburg in Oldenburg, die in der Nähe einer Mülldeponie und einer Stadtautobahn wohnen, telefonisch befragt. Nach den Daten des Schall-Immissions-Planes sowie den Daten des Deutschen Wetterdienstes zeigte sich, dass insgesamt vier Gebiete klar differenziert werden konnten: Personen, die nur lärmbelastet (L+G-), nur geruchsbelastet (G+L-) und kombiniert geruchs- und lärmbelastet (L+G+) sowie Personen die unbelastet (L-G-) sind. Anhand einer siebenstufigen Skala zur Belästigung (1=nicht belästigt bis 7=unerträglich stark belästigt; VDI 3883, 1994) konnten signifikante Interaktionswirkungen einer kombinierten Belastung durch die Lärm- und Geruchsexposition ermittelt werden. Beim Vergleich der beiden hochexponierten Schallgruppen fiel auf, dass eine zusätzliche Geruchsexposition zu einer Abschwächung der Belästigung durch den Straßenverkehr im Vergleich zu der 'reinen' Schallgruppe führte ($ML+G+=2.74$, $ML+G-=3.22$; $F(1,244)=6.68$, $p=0.010$). Ein ähnliches Ergebnismuster war bei den stärker geruchsexponierten Gruppen zu beobachten: Die ausschließlich geruchsexponierten Personen waren durch Gerüche der Mülldeponie stärker belästigt als die 'doppeltexponierten' Personen ($ML+G+=3.72$, $ML+G-=4.58$; $F(1,244)=3.67$, $p=0.057$). Nonparametrische Analysen zeigten hinsichtlich der Geruchsbelästigung einen noch stärkeren Abschwächungseffekt: Bei der 'reinen' Geruchsgruppe waren über 19% mehr Personen hoch belästigt als bei der Gruppe, die sowohl geruchs- als auch lärmexponiert war.

Die Interaktionswirkungen hinsichtlich der Belästigung durch Gerüche und durch den Schall wurden von der Wohndauer signifikant moderiert. Die Ergebnisse werden auf dem Hintergrund von Modellvorstellungen multipler Stressoren diskutiert. Zur exakten Quantifizierung der tatsächlichen Exposition, im Sinne von Dosis-Wirkungs-Beziehungen, müssen neben aktuellen Schallmessungen noch Rasterbegehungen durchgeführt werden.

Do. 16:55 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Vergleich von subjektiven Daten mit Modellvorhersagen zur Tonhaltigkeit von Geräuschen unter Berücksichtigung der geltenden Norm DIN 45681

Matthias Vormann Jesko L. Verhey, Volker Mellert, August Schick
Graduiertenkolleg Psychoakustik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

Die Tonhaltigkeit (DIN 45681 "Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen", Entwurf Januar 1992) 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 mit subjektiv erhobenen Daten zur Tonhaltigkeit mit dem Ziel verglichen, den Gültigkeitsbereich der Modelle zu überprüfen und daraus eine optimale Berechnungsvorschrift der Tonhaltigkeit zu entwickeln.

Do. 17:20 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Überarbeitung der E DIN 45681 (Tonhaltigkeit)

Sagemühl, Dirk

Bayer - AG, Abt. ZT - TE PAT SST, Geb. H1, 51368 Leverkusen

Im Januar 1992 wurde der Entwurf der DIN 45681 "Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen" veröffentlicht. Zwischenzeitlich wurde dieser Entwurf in der Praxis ausgiebig angewendet. In mehreren Veröffentlichungen wurde darüber berichtet, insbesondere wurden bei einer Reihe von Geräuschbeispielen die meßtechnisch ermittelten Tonzuschläge nach dieser Norm den subjektiv vergebenen Tonzuschlägen gegenübergestellt. Diese Ergebnisse führten zu einer Überarbeitung der Norm. Dieser neue Entwurf soll vorgestellt und anderen nationalen und internationalen Normen gegenübergestellt werden.

Do. 17:45 Uhr DE15, Raum 0506

Psychoakustik II

Zur Tonhaltigkeit von Geräuschen

D. Püschel S. Rösler, H. Alpei

(1) Akustik Technologie Göttingen, (2), (3) Akustikbüro Göttingen

Bei der Bildung des Beurteilungspegels – z. B. von gewerblichen Lärmquellen – ist u. A. die Tonhaltigkeit von Bedeutung. Das Interesse, den Tonhaltigkeitszuschlag zu berechnen und nicht mehr nur subjektiv zu vergeben, hat seit der Veröffentlichung des Entwurfs der DIN 45 681 *Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen* und insbesondere durch den Verweis in der novellierten TALärm deutlich zugenommen. Die Festlegungen der DIN 45 681 lassen allerdings (bewusst) einen Spielraum bei der Ermittlung zu. Es zeigt sich in der Praxis, dass *DIN-gerechte* Verfahren unterschiedliche Ergebnisse liefern, die sich von der Einschätzung durch Gutachter unterscheiden. An Beispielen aus der Praxis und anhand synthetischer Signale wird aufgezeigt, für welche Klassen von Signalen sich Abweichungen ergeben. Es werden Ergebnisse eines *DIN-gerechten* Verfahrens vorgestellt, das stabile Bewertungen liefert.

Ende der Sitzung

Do. 10:40 Uhr DE15, Raum 1520

Belästigung durch Schall

Partikuläre und kontextuelle Perspektiven in Belästigungsforschung und Belästigungsmanagement.

Peter Lercher

Institut für Hygiene und Sozialmedizin der Universität Innsbruck

Umfassende Übersichtsarbeiten (Job 1988, Fields 1993, Miedema & Vos 1999) haben den Versuch unternommen die quantitative Bedeutung moderierender Faktoren für den Prozess der Belästigung durch typische Schallquellen zu charakterisieren. Obwohl hilfreich als "Liste von jedenfalls zu berücksichtigenden Faktoren" wäre es jedoch verfehlt, diesen durchschnittlichen quantitativen Moderatorbeitrag aus Aggregatdaten 1:1 für das Management von Lärmproblemen umzusetzen. Auch die Trennung in akustische und nicht-akustische Varianzanteile löst das Problem nicht, läßt Interaktionen unberücksichtigt und versperrt Handlungsperspektiven. Denn die Ergebnisse repräsentieren dekontextualisierte, partikuläre Information und benötigen Re-Verifizierung in der

konkreten kulturellen, sozialen, ökologischen, auf Gruppen und Personen bezogenen Situation. Dies wird nicht möglich sein mit Datenerhebungen, welche über Lärmausbreitungsberechnung und Belästigungsbefragung nicht hinausgehen. Standardisierung auf dieser Ebene hilft der Vergleichbarkeit nur, wenn der nächste Schritt der Re- Kontextualisierung ebenfalls als Standard angesehen und implementiert wird. Das methodische Rüstzeug der Psychoakustik, das psychologische Konstrukt der "Kontrolle", das sozio-ökologische Konstrukt der "Passung" sowie das hygienische Konstrukt der "Anpassungsleistung" kann Hilfestellung in der Umsetzung bieten. Diese Vorgangsweise wird mit Hilfe von Fallbeispielen illustriert.

Do. 11:05 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Schall

Kann die Belästigung durch Geräusche in der Wohnumgebung durch die Akzeptanz des Soundscapes moderiert werden?

Brigitte Schulte-Fortkamp

Universität Oldenburg

Wenn Umgebungsgeräusche wie Straßen-, Schienen- und Flugverkehr nach dem Grad der Belästigung bewertet werden, so wird sowohl in der Beurteilung bezogen auf eine Quelle als auch bezogen auf kombiniert wirkende Quellen deutlich, dass neben den akustischen die subjektiven Parameter entscheidend auf das Urteil einwirken, Untersuchungen u.a. von Fields, Guski, Lercher, Job, Schulte-Fortkamp haben dies konvergierend evaluiert. In neueren Forschungen zu der Relevanz von Soundscapes ist herausgestellt worden, dass Soundscapes, also spezifische Konstellationen von Geräuschaufkommen in definierten Umgebungen, typisierend für die Umgebung wirken können. Vermutet wird, dass eine längere Lebenszeit in solchen Umgebungen zur Akzeptanz der Geräuschkonstellationen führen kann und von daher die Belästigungsurteile beeinflusst. Neben akustischen Konstellationen wirken wie u.a. Maffiolo 98, Klaoe 2000, Lercher 99, Lorenz 99, Job 98, Winkler 98 herausgearbeitet haben, Landschafts- und Einstellungsparameter. Der Forschungsstand bezogen auf die moderierende Wirkung von Soundscapes wird im Kontext der Belästigungsforschung reflektiert.

Do. 11:30 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Schall

“Surroundscapes” – Die akustische Umgebung authentisch einfangen

Beat W. Hohmann

Bereich Akustik, Suva, CH-6002 Luzern

Mit dem zunehmenden Einbezug von Soundscape-Ansätzen in der Lärnwirkungsforschung gewinnt die authentische Aufnahme, Weitergabe und Reproduktion von akustischen Situationen an Bedeutung. Andererseits steht in der Unterhaltungselektronik mit der Digital Versatile Disc (DVD) und den Datenreduktionsverfahren AC-3 und MPEG-2 die Möglichkeit zur hochwertigen Speicherung mehrkanaliger (Surround-)Tonaufnahmen bereit. Diese Verfahren sind in der Filmindustrie schon Standard und werden für Musikaufnahmen zunehmend angewendet. In diesem Beitrag sollen sie im Hinblick auf die möglichst authentische Dokumentation von akustischen Situationen im Freien diskutiert werden, in welche der Hörer bei der Wiedergabe überzeugend und unausweichlich versetzt wird. Dabei werden die Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen bei der Aufnahme, Speicherung und Wiedergabe aufgezeigt. Zuerst ist der Entscheid zwischen der Wiedergabe über Kopfhörer (welche eine Kunstkopfaufnahme in Stereo nahelegt) und der Wiedergabe über Lautsprecher zu treffen. Soll die standardisierte 5.1-Lautsprecheraufstellung oder eine 4x90 - Aufstellung vorausgesetzt werden? Aufnahmeseitig stellt das IRT-Kreuz mit vier hochwertigen Nierenmikrofonen eine kompakte und preisgünstige Variante und eine logische Erweiterung von erfolgreich erprobten Anordnungen für Stereoaufnahmen (V. Maffiolo) dar. Während für die mehrkanalige Speicherung der aufgenommenen Signale im Netzbetrieb DTRS-Rekorder (8 Kanäle auf Hi8-Videokassetten) im Vordergrund stehen, sind professionelle Lösungen für mobile Einsätze kostspielig: dies gilt sowohl für PCM-Rekorder aus der Messtechnik wie für die vierkanaligen Geräte Stelladat oder Nagra D. Netzunabhängige Datenreduktionsgeräte, welche die Aufzeichnung von 4 Kanälen auf einem 2-Kanal-DAT- Rekorder mit Digitaleingang gestatten würden, fehlen noch. In Zukunft könnte die Dolby-E-Codierung diese Lücke schliessen. Weniger komfortabel, aber sehr kostengünstig ist die Verwendung zweier Stereo-DAT- oder MiniDisc-Geräte, deren Signale später auf dem PC synchronisiert werden.

Do. 11:55 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Schall

Probleme bei der korrekten/richtigen Beschreibung einer akustischen Umwelt

Dr.-Ing. Klaus Genuit

HEAD acoustics GmbH, Ebertstraße 30a, 52134 Herzogenrath

Zur Zeit existieren verschiedene Verfahren, die akustische Umwelt – SoundScape – mit Hilfe von aufwendigen Berechnungsverfahren oder aufgrund von Messungen zu bestimmen. Als Ergebnisgröße liegt jeweils der A-bewertete Schalldruckpegel vor. Der A-bewertete Schalldruckpegel ist sicher eine sinnvolle und notwendige Größe zur Beschreibung von Geräuschen. Die Frage, inwieweit er auch hinreichend ist, um die subjektiv empfundene Geräuschqualität oder die Belästigung durch Umweltgeräusche zu beschreiben, wird seit langer Zeit diskutiert. Insbesondere in der Automobilindustrie werden Fahrzeuginnen-geräusche hauptsächlich mit sogenannten gehörbezogenen Geräuschanalysen untersucht. Die gehörgerechte Schallanalyse verwendet auf der einen Seite ein Kunstkopf-Meßsystem, um zum menschlichen Gehör vergleichbar das Schallfeld aufzunehmen, und zum anderen werden gehörbezogene psychoakustische Analysen in Form von Lautheit, Rauigkeit, Schärfe usw. verwendet, um eine bessere objektive Beschreibung der subjektiv empfundenen Geräuschqualität zu erhalten. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse lassen sich durchaus auch auf allgemeine Umweltgeräusche übertragen. Anhand eines einfachen Beispiels – der sogenannten Pkw-Vorbeifahrt – wird gezeigt, dass zwar einerseits die Veränderung des A-bewerteten Schalldruckpegels relativ einfach in Abhängigkeit der Entfernung berechnet werden kann, die psychoakustischen Größen insbesondere Lautheit und Schärfe jedoch nicht ohne weiteres entfernungsabhängig umgerechnet werden können. Diese Erkenntnisse führen zu der Fragestellung, inwieweit die bisher angewendeten Verfahren, insbesondere basierend auf Berechnungsmethoden, nicht nur nicht richtig, sondern auch nicht korrekt sind?

..... **P a u s e**

Do. 13:10 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Schall

How can we define and design soundscape?

Nicolas Remy

Laboratoire Cresson, Ecole d'Architecture de Grenoble

How can we define the soundscape? What are the main characteristics of soundscape and can we measure them? How can we preserve the soundscape? How can we design it? In which way can it be comfortable or uncomfortable for human beings?, etc. This paper aims to explain how the basic scheme “stimulus-answer”, often used by acoustic engineering, is limited to answer previous questions. To understand how people perceive sounds, noises, sound environment or soundscape and to understand how we can design them, we will show that we can use an interdisciplinary model in which the relationships between “subjects” and the environment is regarded as the main object of investigation. : people are listening, people are producing sounds, people are moving in a space, people are interfering with the environment, built environment are modifying sounds, social context and culture are filtering our way of listening, etc. Based on ecology of perception theories, this model offer the opportunity to gather several point of view. In this way, this paper will show how it can be very rich and useful to compare different type of surveys : acoustic measurements, architectural analyses and sociological interviews. Several results from case studies in different urban spaces (outdoor spaces, railway stations) will be discussed as well.

Do. 13:35 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Schall

Lärm rekontextualisieren?

Justin Winkler

Universität Gesamthochschule Kassel

Die Soundscape Studies könnten einen qualitativen Beitrag zum Umgang mit Lärmeinwirkungen leisten, der hier “Rekontextualisierung” genannt werden soll. Die Wahrnehmung von Verkehrslärm durch Bewohner eines Ortes geschieht unter den Bedingungen alltagweltlicher Reduktion von komplexem Geschehen. Das Ergebnis sind Stereotypen, mit welchen die manifesten Handlungshindernisse und politische Ohnmacht nicht aufgelöst werden können. Am Beispiel einer in Bern stattgefundenen Aktion soll ein Vorgehen dargestellt und diskutiert werden, das die Varianten des Lösungsdenkens erweitert, indem der inkriminierte Lärm in den lebensweltlichen Kontext zurückgetragen wird. Die qualitative Verfahrensweise stärkt die individuelle Praxis und bildet eine “kleine” und sensible Öffentlichkeit im Interesse des gemeinsamen Handelns.

Do. 14:00 Uhr DE15, Raum 1520

Belästigung durch Lärm

Physikalische und nicht-physikalische Faktoren, die zu globalen Lästigkeits-Urteilen beitragenRainer Guski*Ruhr-Universität Bochum*

Die erhebliche Belästigung der Betroffenen wird bei Umweltverträglichkeits-Prüfungen weltweit als wichtigste Lärmwirkung verwendet. Auch wenn zusammenfassende Lästigkeits-Urteile von Lärmbetroffenen unter allen Lärmwirkungs-Variablen noch am besten mit akustischen Belastungs-Variablen kovariieren, verstehen wir derzeit nur begrenzt, welche Faktoren im Einzelfall zu einem bestimmten Lästigkeits-Urteil geführt haben. Dieses Wissen ist jedoch notwendig, um den Lärmschutz der Bevölkerung zu optimieren. Verschiedene Untersuchungen zeigen korrelative Zusammenhänge zwischen dem Lästigkeits-Urteil und Merkmalen der Quelle (z.B. Schallenergie, Einzel-Ereignisse, Pausen, Lärm-Geschichte), der Situation (z.B. Tages- und Jahreszeit, Umwelt-Qualität des Wohngebiets), der Lärm-Störungen (z.B. Kommunikations-Interferenz, Erholung) und der Betroffenen (z.B. Lärmempfindlichkeit, Erwartungen, Vertrauen in Verantwortliche). Unklar ist jedoch, in welchem Ausmaß diese Faktoren kausal zu interpretieren sind, und ob sie für alle Quellen und Belastungsstufen ähnlich sind. Noch weniger wissen wir darüber, wie wichtig diese Faktoren im Planungsfall (z.B. bei Lärmschutz-Maßnahmen oder Betriebs-Erweiterungen) sind. Der Beitrag stellt am Beispiel Fluglärm den Stand des Wissens über einige Determinanten des Lästigkeits-Urteils, Prognosen über zukünftige Entwicklungen sowie theoretische Konzepte dar.

Do. 14:25 Uhr DE15, Raum 1520

Belästigung durch Lärm

Kognitive Prozesse bei der Abgabe des globalen Lärm-Belästigungs-UrteilSylke Hallmann*Fakultät für Psychologie, Ruhr-Universität Bochum*

Die Frage, welche Gesichtspunkte einen vom Lärm betroffenen Menschen zu einem globalen Urteil über seine persönliche Belästigung kommen lässt, ist bis heute nur ansatzweise zu beantworten (s. Beitrag von Guski in dieser Sitzung). Diese Frage wurde in einer Vorstudie empirisch untersucht. Folgende Untersuchungsziele standen dabei im Vordergrund: 1) Welche kognitiven Prozesse laufen ab, wenn Betroffene ein zusammenfassendes Urteil über den Grad ihrer Lärm-Belästigung abgeben? 2) Welches Gewicht haben dabei einzelne Faktoren?

Die Analyse der kognitiven Prozesse bei der Abgabe des globalen Lärm-Belästigungs-Urteils erfolgte durch die Methode des persönlichen halbstrukturierten Interviews. Dabei wurden in drei Essener Wohngebieten mit je einer dominanten Lärmquelle, in denen im Anschluss an die Befragung akustische Messungen vorgenommen wurden, 60 Probanden befragt. Die Befragten wurden zunächst aufgefordert, ohne Vorgabe eines bestimmten Zeitraums anzugeben, wie stark sie sich "insgesamt" durch den Straßenverkehrslärm belästigt fühlen. Dieses globale Belästigungs-Urteil wurde gemäß der Vereinbarungen der ICBEN (International Commission on the Biological Effects of Noise) sowohl mithilfe einer verbalen 5-Punkte-Skala als auch einer numerischen Intensitätsskala (11 Punkte) erfasst. Anschließend sollten die Befragten spontan Gesichtspunkte nennen, die zu diesem Urteil geführt haben. Weiterhin sollten sie vorgegebene Gesichtspunkte hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Global-Urteil einschätzen und schließlich die fünf wichtigsten Gesichtspunkte in eine Rangreihe bringen. Die so erhobenen verbalen Daten wurden transkribiert, inhaltsanalytisch ausgewertet und mit ebenfalls erhobenen numerischen Ratings sowie den Pegelwerten kombiniert. Erste Ergebnisse werden vorgestellt.

Do. 14:50 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Lärm

Lärmbelästigung 2000

Jens Ortscheid

Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin

Berichtet wird über die Ergebnisse der im Jahre 2000 durchgeführten Repräsentativbefragung der Bevölkerung Deutschlands zur Lärmbelästigung.

..... **P a u s e**

Do. 15:40 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Lärm

Lärmbelästigung durch Strassenverkehr

Bernd Beule, Jens Ortscheid

Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 14193 Berlin

Der Straßenlärm wird in Deutschland in zunehmendem Maße als belästigend empfunden. Aus Lärmwirkungssicht ist es alarmierend, dass ein Großteil der Betroffenen dem Lärm oft hilflos gegenübersteht. Deshalb hat das Umweltbundesamt zusammen mit der Stiftung Warentest die "Aktion Straßenlärm" ins Leben gerufen: betroffene Bürger konnten sich ein Gutachten erstellen lassen, dass Belastungsdaten und Hinweise auf Lärmreduzierungsmöglichkeiten enthält.

Die Ergebnisse dieser Aktion zeigen typische Probleme der lärm-belasteten Bürger mit ihrer Situation auf. Zu nennen sind u. a. Enttäuschungen über die Wirkung über bereits vollzogener Lärm-minderungsmaßnahmen.

Do. 16:05 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Lärm

Lärmbelästigungen durch mehrere Geräuschquellen

Heidemarie Wende Jens Ortscheid

Umweltbundesamt Berlin

Die gegenwärtigen Beurteilungsverfahren auf dem Gebiet der Lärmbe-kämpfung wurden anlagenbezogen entwickelt. Für einzelne Geräusch-quellen sind in Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften Kri-terien festgelegt worden, ab wann mit schädlichen Umwelteinwirkun-gen zu rechnen ist. Die bisher entwickelten Kriterien lassen allerdings Belastungen durch andere Geräuschquellen (auch bestehende gleichen Quellentyps) weitgehend unberücksichtigt. Der Begriff "Schädliche Umwelteinwirkung" im Bundes-Immissionsschutzgesetz ist akzeptor-bezogen zu verstehen. Er bezieht sich demnach nicht nur auf die Ge-räusche einzelner zu beurteilender Quellen, sondern auf die Gesamtwir-kung aller Quellen. Hochrechnungen mit Hilfe des Belastungsmodells des Umweltbundesamtes weisen in allen Belastungsbereichen einen Anstieg der Betroffenen aus, wenn die Belastung durch mehrere Lärm-quellen berechnet wird. Auch Analysen repräsentativer Umfragen zur Belästigung durch Lärm aus dem Jahre 1998 liefern gewichtige Anhalts-punkte dafür, dass eine "Doppelbelastung" nicht eben selten sein dürf-te. Von den rund 47 Mio. Einwohnern der Bundesrepublik Deutschland, die vom Strassenverkehrslärm belästigt werden, werden durch Fluglärm zusätzlich rund 13 Mio., durch Industrie-Gewerbelärm zusätzlich 12 Mio. oder Schienenverkehrslärm 11 Mio. belästigt.

Do. 16:30 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Lärm

Fensterstellung und Lärmbelästigung bei Schienen- und Straßen-verkehrslärm

Schreckenberg, Dirk (1); Schuemer, Rudolf (2); Schuemer-Kohrs, Anke (1); Möhler, Ulrich (3); Liepert, Manfred (3)

(1) ZEUS GmbH, Zentrum für angewandte Psychologie, Umwelt- und Sozialforschung, Bochum; (2) FernUniversität / ZIFF, Hagen; (3) Möh-ler + Partner, München

Jeweils über 700 Anwohner von Schienenverkehrswegen und Straßen wurden nach der Lärmbelästigung und nach Innenraum-bezogenen Stö-rungen (u.a. im Kommunikationsbereich) durch die jeweilige Quelle so-wie nach der üblichen Fensterstellung befragt.

Straßenanwohner tendieren in sehr viel stärkerem Maße als Anwohner von Schienenverkehrswegen dazu, im Sommer tagsüber in den Wohnräumen die Fenster geschlossen zu halten (32% bei der Straße gegenüber 11% bei der Schiene). Analoges gilt für das Schließen der Fenster nachts in den Schlafräumen im Sommer (30% bei der Straße gegenüber 15% bei der Schiene).

Bei der Straße finden sich zudem engere Korrelationen zwischen den Pegeln (quellen-bezogene Mittelungspegel an der lautesten Fassade) und der Fensterstellung (mit steigendem Pegel werden die Fenster zunehmend geschlossen gehalten; r um 0,30) sowie zwischen der Fensterstellung und den Belästigungs- / Gestörtheitsreaktionen (stärkere Gestörtheit bei üblicherweise geschlossenen Fenstern; r ebenfalls jeweils um 0,30). Letztere Beziehung bleibt auch bei Partialisierung des Pegels i.w. unverändert.

Anders bei der Schiene: die Fensterstellung korreliert hier weder mit dem Pegel noch mit den Reaktionen (r jeweils um 0,0).

Es werden Faktoren diskutiert, die zu den bei Schiene und Straße unterschiedlichen Beziehungen zwischen Fensterstellung einerseits und den Pegeln und Reaktionen andererseits beitragen mögen.

Do. 16:55 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Lärm

Vertrauensbildung als flankierende Maßnahme zur Lärmbelastigungsminderung? Ein Vorschlag für eine interdisziplinäre Umsetzung in der Praxis

Ute Felscher-Suhr, Dirk Schreckenber

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

Verschiedene Studien zur Wirkung von Lärm auf den Menschen kommen zu dem Ergebnis, dass das Ausmaß der Lärmbelastigung u.a. auch davon abhängt, wie sehr die Lärmbetroffenen davon überzeugt sind, dass die Lärmverantwortlichen alles tun, um ihre Belastung so gering wie möglich zu halten. Dieser Sachverhalt wird in der englischsprachigen Literatur als "misfeasance" (Misstrauen) bezeichnet. Im deutschsprachigen Raum wird derselbe Effekt häufig positiv mit "Vertrauen in die Verantwortlichen" beschrieben. Eine eigene Untersuchung zur Lärmbelastigung der Bevölkerung Baden-Württembergs hat gezeigt, dass neben dem Ausmaß an Vertrauen auch die Art der Maßnahmen, die die Lärmbetroffenen ergreifen, um die Lärmsituation zu bewältigen, mit höherer oder geringerer Lärmbelastigung einhergehen. Es lassen sich langfristig-strategische Maßnahmen (Engagement in Bürgerinitiativen u.ä.) von kurzfristig wirkungsbezogenen Maßnahmen (Fenster

schliessen, lauter sprechen u.ä.) unterscheiden, wobei die ersten mit positiv, die zweiten negativ mit der Lärmbelästigung korreliert sind. Ansätze zur Bürgerbeteiligung bei der Umsetzung von Lärminderungsmaßnahmen zeigen, dass die Anwohner nicht zwangsläufig diejenigen Vorschläge präferieren, die aus akustischer Sicht die wirksamsten sind. Um Lärminderung möglichst effektiv zu gestalten, d.h. bei so geringen Kosten wie möglich die Lärmbelästigung maximal zu reduzieren wird ein interdisziplinärer Ansatz vorgeschlagen, der die oben genannten Aspekte integriert und der in der Praxis der Lärminderung angewandt werden kann.

Do. 17:20 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Lärm

Befragungen als Hilfsmittel bei der Aufstellung von Lärminderungsplänen

U. Möhler, G. Prestele, U. Felscher-Suhr, R. Wieringer

Möhler+Partner, Zeus GmbH, LH München RGU

Die Landeshauptstadt München stellt derzeit in einer Pilotuntersuchung für ein Teilgebiet einen Lärminderungsplan auf. Vor der Aufstellung des Maßnahmenplanes wurde im Pilotgebiet eine Befragung bei ca. 300 Anwohnern durchgeführt, um Informationen über das Ausmaß der Lärmbelastung im Gebiet und um eine Einschätzung der Wirksamkeit möglicher Schallschutzmaßnahmen zu erhalten. Durch die Befragung ergaben sich wertvolle Hinweise auf die Störwirkung einzelner Lärmquellen im Gebiet; bei der Einschätzung von Schallschutzmaßnahmen zeigte sich teilweise ein deutlicher Unterschied zwischen der akustisch ermittelten Pegelminderung und der von den Befragten subjektiv erwarteten Auswirkung der Maßnahmen.

Do. 17:45 Uhr DE15, Raum 1520 Belästigung durch Lärm

Schlußdiskussion

Schlußdiskussion der Strukturierten Sitzungen „Belästigung durch Schall“ und „Belästigung durch Lärm“.

Ende der Sitzung

Poster

Absorber

Bestimmung der (Oberflächen-)Admittanz aus der direkten Messung von Schallschnelle und -druck im Freifeld

Chr. Nocke, V. Mellert

Fachbereich Physik - Akustik, Uni Oldenburg, 26111 Oldenburg

Die direkte Messung der Schallschnelle war bislang für praktische Anwendungen kaum möglich. Mit Hilfe neuartiger Sensoren (Microflow) kann die Schallschnelle direkt gemessen werden. Messungen im Kundtschen Rohr mit diesen Sensoren zeigen gute Übereinstimmung mit theoretischen Vorhersagen und anderen Messverfahren. In diesem Beitrag wird über Erfahrungen Freifeldmessungen berichtet. Durch die direkte Messung der Schnelle und des Druck sollte prinzipiell eine (lokale) Bestimmung der Admittanz bzw. Impedanz dicht vor bzw. an beliebigen Oberflächen möglich sein. Viele der bekannten Verfahren zur Bestimmung der Impedanz im Freifeld weisen gerade bei tiefen Frequenzen ($f < 500$ Hz) Mängel auf, die z.T. in der idealisierten Annahme der Ausbreitung ebener Wellen begründet sind. Es werden Messungen vorgestellt, die die Bestimmung der lokalen Admittanz aus der direkten Messung von Schnelle und Druck und Messungen mit Hilfe des Kugewellenreflexionsfaktors vergleichen.

Poster

Bauakustik

Hochschalldämmendes Holzdeckensystem mit Schüttgutfüllung

M. Walk, B. Keller

ETH Zürich

Frühere Erkenntnisse (vgl. DAGA 2000) haben gezeigt, dass mit zweischaligen Holzdeckenkonstruktionen, deren Schalen durch eine Schüttgutschicht akustisch vollkommen voneinander abgekoppelt sind, sehr gute Normtrittschallpegel erreicht werden. Der Beitrag stellt ein auf dieser Basis entwickeltes Holzdeckensystem vor, welches sich durch hohen Vorfertigungsgrad und geringen Montageaufwand auszeichnet. Es erreicht als Rohdecke Normtrittschallpegel unter 60 dB, mit Teppich sogar deutlich unter 50 dB. Im Zuge der Entwicklung wurde der Einfluss des Tragbalkenabstandes auf die kritischen Eigenfrequenzen, und damit auf die Schalldämmwerte untersucht.

Poster

Musikalische Akustik

Separation and analysis of the musical signal noise componentsIng. Ondřej Moravec, Ph.D.*Music Faculty, Academy of Performing Arts in Prague, Malostranské nám. 13, 118 00 Praha 1, CZECH REPUBLIC*

The process of analysis of noise components in musical instrument sound is shown in the example of violin tone played by the musician. Specific problems relating to signal processing with respect to a combination of a high level (harmonics) and low level (noise) components of a musical signal are described. Two basic models of the signal with harmonic and noise components are presented. The first model, called additive model, considers the signal as a sum of noise and set of stable harmonic components. The second one, called modulation model, considers intentional frequency and/or amplitude modulation of the harmonics. Two different methods for noise extraction were applied - harmonic components filtration using the comb filter (for additive model) and the application of the McAuly-Quatieri analysis (for modulation model). The McAuly-Quatieri analysis was not sufficient for the purpose of noise extraction, the filtration method shows good performance. The separation was done on the violin tones played mezzoforte using detached playing technique and recorded simultaneously in 16 directions. The directivity of the noise components was studied.

Poster

Musikalische Akustik

Zum Einfluß der Saite auf den Klang von Gitarre und GeigeMichael Baltrusch*Institut für Musikinstrumentenbau Zwota*

Bei akustischen Untersuchungen von Zupf und Streichinstrumenten werden die Saiten fast immer übergangen. Sie dienen dann lediglich dazu, Messungen mit einer Saitenzugkraft unter Spielbedingungen zu realisieren. In diesem Beitrag soll der Einfluß der Saite auf den Klang des Instrumentes beleuchtet werden. Es werden Ergebnisse aus vergleichenden Untersuchungen an Saiten verschiedenen Materials, neben herkömmlichen insbesondere PVDF, präsentiert und damit ein Einblick in laufende Untersuchungen im IfM gewährt.

Poster

Numerische Methoden

Verifizierung numerischer Methoden zur Schallfeldberechnung am Beispiel der ReifenrollgeräuschbeschreibungRoland Rennert*IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH, Dresden*

Beim Abrollen des Reifens auf der Fahrbahn entstehen Geräusche, welche sich als Luftschall in die Umgebung ausbreiten. Die Berechnung der Schallausbreitung erfolgt über die Lösung des zugehörigen akustischen Feldproblems mittels numerischer Methoden. Hierbei sind insbesondere die spezifischen Schwierigkeiten bei der Lösung akustischer Außenraumprobleme unter Benutzung der BEM zu beachten. Alternativ zur Berechnung können akustische Übertragungsfunktionen gemessen werden. Im Beitrag werden Ergebnisse von numerischen Berechnungen und von Schallmessungen gegenübergestellt und diskutiert.

Poster

Psychoakustik

Ein Modell der binauralen Unterdrückung von Klangverfärbungen durch frühe RückwürfeMarc Brüggem*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

In Räumen wird dem Direktschall einer Quelle ein große Zahl von Rückwürfen überlagert. Insbesondere frühe Rückwürfe führen hierbei zur Wahrnehmung von Klangverfärbungen. Frühere Arbeiten konnten zeigen, daß eine wesentliche (perzeptive) Komponente dieser Klangverfärbung durch Unregelmäßigkeiten des Amplitudenspektrums erklärt wird. Da in dichotischen Hörsituationen geringere Klangverfärbungen auftreten als in diotischen, spricht man von binauraler Unterdrückung von Klangverfärbungen.

Der Beitrag stellt ein Modell der binauralen Unterdrückung von Klangverfärbungen vor, das durch Auswertung interauraler Information die Unregelmäßigkeiten der Raumübertragung mindert. Die Modellkomponenten werden vorgestellt und als Gesamtsystem an Hand von psychoakustischen Versuchsergebnissen evaluiert.

Informationsvermittlung durch auditive ZeichenBernd Dürer*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Traditionell werden (neben Sprache) auch nonverbale Schallsignale zur Informationsübermittlung eingesetzt (z.B. Warnsignale): Durch die zunehmende Verbreitung von Multimediatechnologien entstehen ständig neue Anwendungsmöglichkeiten solcher auditiver Zeichen in Mensch-Maschine-Schnittstellen. Hieraus ergeben sich entsprechend auch neue Anforderungen: Dennoch gibt es keine befriedigenden Entwurfsmethoden für auditive Zeichen. Die Kommunikationstheorie nach Shannon und Weaver hat drei Problemebenen unterschieden, auf denen die Qualität von Zeichen beurteilt werden kann: Diese Ebenen wurden von ihnen als das technische, das semantische und das Effektivitätsproblem bezeichnet. Ausgehend von dieser Gliederung werden die Anforderungen an auditive Zeichen untersucht: Hierbei wird für den Fall der auditiven Mensch-Maschine-Schnittstelle insbesondere die Beziehung zwischen dem technischen und dem semantischen Problem betrachtet. Besondere Berücksichtigung erfährt dabei das sogenannte "magical number 7"-Phänomen: Unter diesem Begriff werden Ergebnisse der experimentellen Psychologie zusammengefasst, die unmittelbaren Bezug zur Ebene des technischen Problems bei der Informationsaufnahme durch den Menschen haben. Die dabei erzielten Ergebnisse finden Anwendung in einem semiotischen Modell, dass mehrere Ebenen der Bedeutung eines Zeichens berücksichtigt (denotativ und konnotativ). Hieraus werden Schlussfolgerungen für einen verbesserten Entwurf auditiver Zeichen gezogen.

Interdependence of pitch and timbre perception for octave ambiguous tonesI. Normann, H. Pruwins und K. Obermayer*Institut für Kommunikations- und Softwaretechnik (Fachbereich Informatik) / Technische Universität Berlin*

Pitch experiments are carried out to reveal the interdependence of octave uncertainty, spectral characteristics of timbre, and intransitivity of relative pitch. This work is related to Shepard's paper "Circularity in Judgments of Relative Pitch" [1]. It discusses as well intransitivity of relative pitch but goes beyond as we focus the influence of timbre. Our

computer-generated tones are overtone series with special amplitude relations between even and odd partials. Thereby octave uncertainty is induced: Perceived octave position of a complex tone in a two tone pitch comparison depends heavily on the discrepancy of their spectral shape. The resulting perception of octave uncertainty is demonstrated in a pitch-adjustment experiment: The subject has to adjust a complex test-tone with variable frequency to another static complex tone until pitch equality is perceived. These adjusted test tones of different spectral shapes can be connected to a sequence such that all adjacent tones seem to be equal in pitch whereas the first and the last test tones are pure tones with one octave distance. So "intransitivity of pitch equality" is shown for an appropriate sequence of complex tones with different spectral shapes. A similar sequence of complex tones, but with ascending fundamental frequencies (two halftones per step) is used to demonstrate "intransitivity of pitch inequality" in an experiment of judgment of relative pitch. This sequence always seems to ascend in pitch although the first and the last tone is identical. We hope that our experiment may help clarifying the interplay of different cues in pitch perception, and may aid automated pitch analysis. One practical reference of this work might be an explanation of the occurrence of octave mismatch when a male and a female singer try to sing with the same pitch.

[1] R. Shepard, 1964. "Circularity in Judgments of Relative Pitch" Journal of the Acoustical Society of America, 36:2346-2353

Poster

Psychoakustik

Neuvermessung der Isophonen

Handy Oey, C. Reckhardt, V. Mellert

C. v. Ossietzky Universität Oldenburg

Die in den letzten Jahren gefundene Diskrepanz zwischen der ISO 226 "normal equal loudness level contours for pure tones" und aktuellen Messergebnissen soll zu einer Neubestimmung der ISO 226 führen. Ziel dieser Untersuchung ist es, für diese Neubestimmung Messergebnisse zur Verfügung zu stellen.

Dafür wird das interleaved 2 AFC Verfahren benutzt, da sich diese Meßmethode nach Untersuchungen von C. Reckhardt als robust erwiesen hat: Kontexteffekte und Einfluss der Startparameter auf die Messergebnisse werden bei diesem Verfahren minimiert.

Präsentiert werden die 20, 30, 40, 50 und 60 dB Isophone bei den Frequenzen 63, 100, 160, 250, 315, 400, 630 und 800 Hz.

Um den Einfluss der Feinstruktur der Hörschwelle, der sich bis zu den 40 dB Isophonen bemerkbar macht (M. Mauermann, G. Long und B. Kollmeier) zu berücksichtigen, wird mit einem 3 AFC Verfahren

die Ruheshörschwelle an den untersuchten Frequenzen gemessen, um über den "equal-loudness sensation level" eine weitere Reduzierung der inter-individuellen Messergebnisse zu erreichen.

Poster

Psychoakustik

Eine neue Meßmethode für Lokalisationsuntersuchungen

Bernhard Seeber

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, TU München, D-80290 München

In vielen wissenschaftlichen Untersuchungen und technischen Anwendungen soll die akustische Lokalisation im Bereich des Blickfeldes untersucht werden. Dazu bietet es sich an, die wahrgenommene Schallrichtung durch einen Lichtpunkt anzeigen zu lassen. Bei den bisher bekannten Methoden deuten die Versuchspersonen mit einem Lichtzeiger, den sie in der Hand halten, oder der vor ihnen auf einer Achse drehbar befestigt ist. Dabei sind Einflüsse durch das motorische System des Menschen und Parallaxenfehler möglich. Auch gestaltet sich die Kalibrierung des Systems und die Aufnahme der Meßdaten schwierig. In der hier vorgestellten Methode wird dagegen ein Laserpointer mit Ablenkspiegeln verwendet, der von einem Rechner angesteuert wird. Die Richtungsangabe erfolgt durch einen Trackball. Der Drehung der Trackballkugel folgt der Lichtpunkt auf einer definierten Bahn. Über den Rechner kann die Lichtbahn durch eine Koordinatentransformation und die Positionskalibrierung vorgegeben werden. So wird eine komplizierte mechanische Kalibrierung umgangen und die Ergebnisse liegen sofort zur Speicherung und Auswertung vor. Als Beispiel wird ein Lokalisationsexperiment in Methode, Ablauf und Ergebnis vorgestellt und diskutiert. Einflüsse des Ausgangswinkels des Lichtpunktes werden betrachtet. Eine Anpassung der Methode für Untersuchungen mit Schwerhörigen wird vorgestellt. Besondere Vorteile dieser Methode liegen in einer einfachen und schnellen Aufnahme der Meßdaten, die sie für Wissenschaft und Klinik geeignet macht.

Synthetische Vokale als Summe von modulierten SinustönenStefan Uppenkamp, Roy D. Patterson*CNBH, Department of Physiology, Downing Street, Cambridge CB2 3EG, UK*

Ziel der Arbeiten ist, mit funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) durch den Kontrast der Aktivierung durch Vokale und durch geeignete, physikalisch ähnliche Kontrollstimuli (Nicht-Vokale) den Ort einer sprachlautspezifischen Verarbeitung im menschlichen Gehirn zu finden. Die Vokale wurden als Summe von vier Sinusschwingungen bei den ersten vier Formantfrequenzen synthetisiert. Mit unmodulierten Sinustönen ergeben sich dabei keine sprachähnlichen Signale. Mit einer sich periodisch wiederholenden, exponentiell abklingenden Einhüllenden ("damped sinusoid") werden die Signale jedoch eindeutig als Vokale identifiziert, wenn die Periode der Einhüllenden im Bereich von etwa 80-250Hz liegt, und damit also einer realistischen Tonhöhe für menschliche Stimmen entspricht. Durch eine Randomisierung der Parameter (1) Einhüllenden-Onset und (2) Trägerfrequenzen über die Zeit wurden mit diesem Ansatz verwandte Signale gleicher Energie synthetisiert, die überhaupt nicht mehr wie Vokale klingen. Zur Evaluierung der Signale wurden psychoakustische Diskriminations- und Vokal-Identifikationsexperimente durchgeführt. Mit Hilfe eines Paarvergleichsexperimentes wurden dann insgesamt 18 unterschiedliche, aber eng verwandte Schallbedingungen auf einer relativen Skala der Sprachähnlichkeit angeordnet. Die psychoakustischen Ergebnisse zeigen für die synthetischen Vokale eine zuverlässige Vokalidentifikation und eine brauchbare Sprach-Qualität. Erste Ergebnisse in einem fMRT Experiment bestätigen auch für die so synthetisierten Sprachlaute eine zur linken Hemisphäre hin lateralisierte Aktivierung, posterior zum primären auditorischen Kortex.

Nachhallzeit in kleinen und mittelgroßen RäumenThomas Behr*Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e.V. (IEMB)*

Im Rahmen der Überarbeitung der DIN 18041 (Hörsamkeit in kleinen und mittelgroßen Räumen) wurden bisher in der Planungspraxis verwendete nutzungsabhängige Sollwerte der Nachhallzeit einer kritischen Prüfung unterzogen und z.T. neu festgelegt.

Es wird ein Überblick über die Zuordnung vorhandener Räume bekannter akustischer Qualität zu den volumen- und nutzungsabhängigen Sollwerten gegeben. Dabei werden Räume mit unterschiedlichsten Nutzungen berücksichtigt: - Klassenräume - Seminarräume - Musikunterrichtsräume - Musikproberäume (Einzelinstrument/Orchester/Chor) - Hörsäle - Sprechtheater - Musiktheater - Konzertsaal - Kirchen/Sakralbauten - Darbietungsraum für ausschließlich elektroakustische Nutzung (z.B. Revuetheater)

Die aktualisierten Anforderungen werden mit den Werten bestehender Räume hinsichtlich der Nachhallzeit bei mittleren Frequenzen und der Einhaltung des Toleranzbereichs verglichen. Diese Übersicht verdeutlicht, für welche Nutzungen eine Änderung der in der Vergangenheit angestrebten Werte der Nachhallzeit wünschenswert erscheint, und wie sich Sollwerte anderer Richtlinien in die vorgeschlagenen Sollwerte für die DIN 18041 einordnen.

Das verwendete Datenmaterial stammt u. a. aus im Rahmen des Forschungsprojektes "Raumakustik in Berliner Sälen" durchgeführten Messungen und aus der Literatur.

Poster

Sprache

Akustische Charakteristiken der Normalstimme

Jannis Kiosses H. W. Strube

Drittes Physikalisches Institut, Universität Göttingen

Bei Untersuchungen von Stimmpathologien und der Klassifikation von gestörten Stimmen wird als Referenzgruppe die ungestörte Stimme (Normalstimme) herangezogen, die sich dadurch auszeichnet, dass sie ohne medizinischen Befund ist und akustisch normal klingt. In dieser Studie wird die Stimmqualität der Normalstimme untersucht und ihre akustischen Charakteristiken und Merkmale bestimmt, die sie gegenüber Nicht-Normalstimmen auszeichnen.

Dazu werden von Sprechern mit Stimmstörungen und (durch Prof. Dr. med. E. Kruse, Abt. für Phoniatrie und Pädaudiologie der Universitätsklinik Göttingen) attestierter normaler Stimmqualität Aufnahmen von gehaltenen Vokalen gemacht, die dann analysiert werden. Aus den Aufnahmen werden verschiedene akustische Eigenschaften bestimmt (Perturbationsmaße, Rauschkomponenten etc.) die auf ihre jeweilige Relevanz zur quantitativen Definition der Normalstimme untersucht werden. Unter Verwendung von selbstorganisierenden Neuronalen Netzen nach T. Kohonen werden die Normalstimmen als Gruppe von gestörten Stimmen getrennt. So wird zugleich eine Vorauswahl von Stimmmerkmalen

getroffen, die den Normalstimmen eigen sind. Diese werden im Weiteren mit Mitteln der Diskriminanzanalyse genauer untersucht. Das Ergebnis ist ein Satz von Stimmerkmale die zur quantitativen Definition und Klassifikation der Normalstimme dienen.

Poster

Sprache

Ein Toolkit zur Erstellung von Sprachkorpora

Hans Kruschke, Uwe Koloska, Guntram Strecha, Matthias Eichner, Diane Hirschfeld, Ulrich Kordon

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Für alle Disziplinen der Sprachverarbeitung rücken große, nach verschiedenen Kriterien etikettierte Korpora in den Mittelpunkt der Forschungsarbeit. Die Erstellung und Aufbereitung von Sprachkorpora ist jedoch mit erheblichem Aufwand verbunden. Oft stellt man nach der langwierigen Bearbeitung fest, dass der Korpus den inzwischen gewachsenen Anforderungen nicht mehr genügt.

Die ständig wachsenden Datenmengen und die stark abweichenden Zielrichtungen (Korpora werden benötigt für automatische Lernverfahren zur Prosodiegenerierung, Phrasierung, zum Anlernen von Spracherkennern und Alignern und für die Inventargenerierung bei der Sprachsynthese) sind nicht mehr manuell beherrschbar. Das Dresdner Corpus-Generation-Kit, bietet komfortable Unterstützung bei der Korpusdefinition, -aufnahme, -aufbereitung und -optimierung. Seine modulare Architektur ist offen für Erweiterungen und Verbesserungen und bietet für verschiedene Bearbeitungsschritte alternative Werkzeuge. Der neue Dresdner Korpus wird für die Nutzung durch Sprachsynthese- und Spracherkennungs-Algorithmen entworfen. Es werden zentrale Komponenten des Toolkits vorgestellt und ein Einblick in die verschiedenen Bearbeitungsstufen des Sprachmaterials gegeben.

Poster

Sprache

Vergleich von akustischer Untersuchung und Simulation des Nasaltrakts

F. Ranostaj A. Lacroix

Institut für Angewandte Physik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main

Der Nasaltrakt ist ein wesentliches Element in der natürlichen Sprachproduktion: Beispiele hierfür sind in der deutschen Sprache die häufig auftretende Lautklasse der Nasale (in Sampa Notation: /m/, /n/, /N/). 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. Dabei ist das Velum geschlossen und begrenzt so den Nasaltrakt. In einem zweiten Schritt wird aufbauend auf bisherigen Untersuchungen anhand von computertomographischen Daten ein Volumenmodell des Nasaltrakts erstellt und für dieses die akustische Wellengleichung numerisch, mittels finiter Differenzen, gelöst. Die Randbedingungen der Simulation sind an die akustische Untersuchung angepaßt: Es wird mit einem Dirac-Impuls an einem Nasenloch angeregt und die Impulsantwort an dem anderen Nasenloch bestimmt, wobei das Volumenmodell dem geschlossenen Velum entsprechend modifiziert ist. Die Ergebnisse beider Untersuchungen werden verglichen und diskutiert.

Poster

Sprache

Spracherkennung bei akzentgefärbten AussprachevariantenStefan Schaden*Institut für Kommunikationsakustik, Ruhr-Universität Bochum*

Die Variabilität menschlicher Sprache ist ein zentrales Problem der automatischen Spracherkennung: Sprecherspezifische, situationsspezifische oder regionale (dialektale) Färbungen der Aussprache stellen oftmals ein Hindernis für eine zuverlässige Erkennung dar. Dieses grundsätzliche Problem wird noch verstärkt, wenn als potentielle Nutzer des Spracherkenners auch Nicht- Muttersprachler vorgesehen sind, Sprecher also, die einen fremdsprachlichen Akzent aufweisen. Hier ist die Diskrepanz zur kanonischen Aussprache mitunter so erheblich, daß die Erkennungsrate im Vergleich zu Muttersprachlern deutlich absinkt. Die Behandlung fremdsprachlich akzentgefärbter Varianten erfordert daher gezielte Modifikationen eines Spracherkenners. Diese können auf

verschiedenen Ebenen vorgenommen werden: (a) auf der Ebene des Lexikons durch Anpassung der phonetischen Transkription, (b) auf der Ebene der akustischen Modelle (Phonem-Modelle) oder (c) auf der Ebene des Sprachmodells.

Vorgestellt werden Ergebnisse von Versuchen, bei denen zwei der genannten Ebenen – Lexikon und Phonem-Modelle – manipuliert wurden, um deren Einfluß auf die Performanz eines Spracherkenners bei akzentgefärbten Aussprachevarianten zu ermitteln. Die Versuche zeigen, daß durch die gezielte Kombination von Phonemlexika, die mittels Graphem-nach-Phonem-Regeln der Ausgangssprache (L1, Muttersprache des Sprechers) generiert wurden, mit ausgangssprachlichen (L1) oder zielsprachlichen (L2) Phonem- Modellen eine Verbesserung der Erkennungsleistung für bestimmte Typen akzentgefärbter Aussprache möglich ist.

Poster

Sprache

Modulationsfilterung von Sprache mit Fourier-Spektrogramm und Wavelet-Transformation

Olaf Schreiner N.N. und Hans Werner Strube

Drittes Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

Die Trennung von Sprache und Störgeräusch aus einem Signalgemisch ist ohne a-priori-Annahmen über Eigenschaften der Einzelsignale ein unlösbares Problem. Dennoch schafft es das menschliche Gehör, diese Trennung vorzunehmen. Die Fähigkeit dazu beruht zu einem wesentlichen Teil auf einer zeitlichen Analyse des Signals, mit Hilfe derer Modulationen im Signal detektiert werden. Dieser Mechanismus läßt sich durch den Ansatz der Modulationsfilterung simulieren. Dabei wird das Signal in Frequenzbänder zerlegt und korreliert modulierte Bänder hervorgehoben. Es werden hier verschiedene Möglichkeiten der Filterbankimplementierung vorgestellt, die auf dem Fourier-Spektrogramm oder der Wavelettransformation beruhen. Zusätzlich werden auditorisch motivierte Erweiterungen beschrieben, die auch die Pausenerkennung sowie die Erhaltung nicht modulierter Sprachbestandteile ermöglichen. Nachdem mit der Methode der Hervorhebung modulierter Anteile von Sprache bereits Verbesserungen der Sprachverständlichkeit für automatische Spracherkennung und Gehörgeschädigte mit Cochlear-Implantat erzielt werden konnten, wurden hier schließlich auch Experimente mit Normalhörenden durchgeführt.

Poster

Sprache

Java basierte Sprachanalyse im virtuellen LaborDr.-Ing. Shahla SehhatiTUB

Im Anschluß an die Entwicklung des Sprachanalyse-Experimentier-Systems SPANEX wurde zur Realisierung eines virtuellen Labors das Programmpaket SPANNET entwickelt. Mit Hilfe der Programmiersprache Java wurde eine multimediale Software geschaffen, die eine akustisch phonetische Analyse von Sprachsignalen über das Internet ermöglicht.

Im Rahmen dieses Projekts wurden Sprachverarbeitungsfunktionen wie die Bearbeitung von Zeitsignalen, die Analyse nach dem Verfahren der 'Linear Predictive Coding LPC', die Grundfrequenzanalyse, die Bearbeitung dieser Parametersätze und die Rekonstruktion des Sprachsignals implementiert. Die grafische Darstellung der einzelnen Verarbeitungsschritte sollen dem Lernenden helfen, die realisierten Funktionen zu veranschaulichen.

Ein besonderer Vorteil dieser Software ist die Plattformunabhängigkeit. SPANNET ist ein leistungsfähiges und bedienungsfreundliches Hilfsmittel zur Entwicklung von Algorithmen zur Spracherkennung und -synthese. Es kann im Tele Teaching als Unterrichtseinheit im Bereich der Sprachsignalbearbeitung eingesetzt werden.

Poster

Ultraschall

Stehende Ultraschallfelder als Kaltgasfallen - eine theoretische BeschreibungR. Tuckermann S. Bauerecker, E. G. Lierke und B. Neidhart*GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH*

Stehende Ultraschallfelder als Kaltgasfallen - eine theoretische Beschreibung

R. Tuckermann¹, S. Bauerecker¹, E. G. Lierke² und B. Neidhart¹

¹GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Institut für Physikalische und Chemische Analytik, Max-Planck-Str., D- 21502 Geesthacht, e-mail: rudolf.tuckermann@gkss.de

²Battelle Ingenieurstechnik GmbH, Düsseldorfer Str. 9, D-65760 Eschborn

In stehenden Ultraschallfeldern (SUSFern) können kalte Gase und Aerosole in rotationsellipsoidförmigen Bereichen eingefangen werden [1, 2]. Diese Bereiche bilden sich zentrisch um die Druckknoten des SUSFs

und können aufgrund ihrer scharfen Temperaturabgrenzung zur Umgebung als Kaltgasfallen bezeichnet werden. In neuen experimentellen Untersuchungen konnte gezeigt werden, daß das beobachtete Phänomen auf einem Dichteeffekt beruht. Eine theoretische Beschreibung der Kaltgasfallen gelang mit Hilfe eines Modells der akustischen Levitation von flüssigen und festen Proben [3]. Ausgehend von kleinen Volumenelementen von Gasen höherer spezifischer Dichte als das umgebende Gas im SUSF und unter Vernachlässigung jeglicher Art von Vermischungsprozessen konnte das akustische Potential im stehenden Ultraschallfeld berechnet werden. Es konnte gezeigt werden, daß für diese Volumenelemente an den Druckknoten des SUSFs Potentialtöpfe existieren, in denen sich das schwerere Gas sammelt. Leichtere Gase hingegen werden aufgrund eines abstoßenden Potentials aus dem SUSF verdrängt.

[1] S. Bauerecker, B. Neidhart, J. Chem. Phys. 109 (1998), 3709 [2] S. Bauerecker, B. Neidhart, Science 282 (1998), 2211 [3] M. Barmatz and P. Collas, J. Acoust. Soc. Am. 77 (1985), 926

Zufahrtsskizze zur TU Hamburg-Harburg

So finden Sie zum Tagungsbüro

So sehen die Seminargebäude aus

Index

A

Ackermann, U. 162, 172
Ahnert, W. 32, 160
Ahrens, Ch. 195
Alefs, B.G. 182
Alex, M. 148
Allegro, S. 77
Altmann, J. 81
Arnold, W. 136

B

Balss, U. 79
Baltrusch, M. 225
Bamberger, A. 197, 198
Barsikow, B. 201
Bartolomaeus, W. 82
Bartsch, G. 40
Bau, G. 164
Bauerecker, S. 137, 235
Baumann, I. 51, 114
Baumann, U. 98
Beckenbauer, Th. 200
Becker, H. 178
Becker, J. 186
Beckert, C. 42
Behler, G. 120, 187
Behr, Th. 230
Beigelbeck, R. 189
Beimel, B. 127
Bellmann, A. 51
Bellmann, M. 114
Bellmann, M.A. 51
Berger, J. 70, 71, 186
Beule, B. 220
Beuningen, G.W.J. van. . . . 193
Bietz, H. 188
Billeter, T. 95
Blau, M. 157
Blauert, J. 206
Blessing, S. 44, 45

Blumrich, R. 83
Blumschein, E. 144
Bodden, M. 145
Boonen, R. 91
Borisjuk, A.O. 135
Bork, I. 33
Braasch, J. 195, 207
Brand, Th. 75
Brandstetter, D. 152
Brauchle, G. 212
Brechlin, E. 113, 169
Bronkhorst, A. 94
Brüggen, M. 226
Büchler, M. 129
Burkhart, C. 46
Buss, S. 163
Butorina, M.V. 176

C

Chalupper, J. 210
Cremers, L. 55, 169
Czygan, O. 168

D

Dau, T. 141
Deutsch, W.A. 99, 210
Di Sante, R. 113
Diedrich, E. 74, 186
Dillier, N. 77, 129
Djelani, Th. 205
Donner, M. 162
Dreyer, D. 59
Dürrer, B. 33, 227

E

Ehrlich, J. 170
Eichner, M. 180, 232
El Hachemi, Z. 169
Estorff, O. von . 13, 35, 55, 59,

168

F

Fastl, H.	56, 96, 98, 141, 177, 209
Fedtke, T.	94, 144, 192
Feistel, St.	32
Fellner, M.	53
Felscher-Suhr, U.	222, 223
Feneberg, G.	128
Ferekidis, Ch.	121
Fey, U.	52
Fischer, E.	126
Fischer, F.	125
Fischer, H.-M.	44, 45, 49, 110
Fischer, M.	191
Flach, G.	184
Fleischer, D.	177
Fleischer, H.	196
Forssén, J.	171
Freymann, R.	56, 146
Friedemann, D.	103
Frommhold, W.	90

G

Gaul, L.	37
Genuit	217
Genuit, K.	164
Gerlach, A.	168
Gierlich, H.W.	74, 186
Giese, R.	87
Giesler	123
Giua, P.	94
Goertz	167
Gösele, K.	47, 48
Gomes, M.H. de Avelar	155
Gottlob, D.	61
Graber, G.	199, 206
Graf, F.	206
Grimm, G.	96
Groß, D.	47
Großer, J.	132
Grütz, H.-P.	177
Grundke, D.	164
Guski, R.	219

H

Hafter, E.R.	204
Hahn, R. v.	135
Halbe, Ch.	108
Hallmann, S.	219
Hamacher, V.	126
Hardtke, H.-J.	116
Harting, A.	159
Haupt, A.	191
Heimann, D.	83
Heinrichs, R.	149
Helber, R.	54
Hellmann, D.-H.	133
Hellmig, M.	201
Hendlmeier, W.	175
Herbertz, J.	139
Hessinger, J.	153
Heute, U.	72
Hibbing, M.	192
Hillebrand, P.	51, 53
Hilz, G.	110
Hirsch, K.-W.	85, 86
Hirschfeld, D.	232
Hirse Korn, S.	136
Hochmuth, O.	81
Hoffmann, R.	180
Hoffmeier, J.	158, 160
Hofmann, M.	54
Hohmann, B.W.	95, 106, 216
Hohmann, V.	96
Holstein, P.	87
Holzfuß, J.	89
Homm, A.	37, 38
Huber, R.	143
Hudde, H.	100, 130
Hübelt, J.	104, 105
Hübner, G.	69, 132, 168
Hülskemper, M.	101

I

Iglseder, H.	145
Ihlenburg, F.	39
Irmer, V.	41

Irmer, V.K.P. 60, 62

Ivanov, N.I. 176

J

Jakob, A. 203

Jansen, M. 172

Jekosch, U. 77

K

Kalitzin, N. 134

Kalivoda, M.T. 122, 201

Kaltenbacher, M. 118

Kaufmann, W. 201

Kell, G. 81

Keller, B. 224

Kettler, F. 74, 186

Kienzle, B. 168

Kilcher, H. 177

Kiosses, J. 231

Kleber, J. 187

Klemenz, M. 211

Klett, F. 64

Klippel, W. 118

Kob, M. 194

Koch, Ch. 138

Koch, S. 153

Költzsch, P. 63, 131

König, F.M. 189

Köster, St. 80

Kohlrausch, A. 140

Kollmeier, B. 75, 97, 143

Koloska, U. 232

Kopycinska, M. 136

Kordon, U. 181, 232

Kosfelder, M. 115

Krämer, E. 42

Kragl, R. 52

Krahé, D. 93

Krebber, W. 94, 149, 164

Krefting, D. 88, 89

Kreitmeier, L. 118

Kropp, W. 171

Kroschel, K. 129

Krüger, F. 178

Krump, G. 117, 118

Kruschke, H. 232

Kühnel, V. 77, 129

Kühnicke, E. 135

Kuentz, Th. 173

Künzel, K. 64

Kulka, M. 76

Kurtz, P. 41, 69

Kurz, R. 47–49

Kurze, R. 47

Kurze, U.J. 91, 200

Kuwano, S. 96

L

Laback, B. 99

Lacroix, A. 184, 233

Lammers, H. 49

Lamparter 157

Landes, H. 118

Langlotz, T. 158

Langner, G. 101

Launer, St. 129

Lauterborn, W. 88–90, 136

Lazarus, H. 41, 76

Lehmann, U. 122

Lehringer, F. 57

Leimer, H.P. 159

Lenz, U. 124

Lerch, R. 118, 151

Lerch, T. 104, 105

Lercher, P. 214

Leschka, St. 65

Leschnik, W. 30

Liederer, W. 163

Liepert, M. 221

Lierke, E.G. 137, 235

Lindau, O. 89, 90

Linden, P.J.G. van der 113

Lindner, St. 66, 67, 92

Linev, S. 81

Lohfink, A. 135

Ludwig, Th. 72

Luther, S. 88, 136

M

Moeser, M. 152

Mahu, W. 113

Maire, W. 122, 123

Makarski, M. 120

Manthey, W. 181

Marburg, St. 116

Martinez, S.C. 175

Martner, O. 52

Meffert, B. 81

Mehra, S.-R. 203

Meier, A. 110

Meis, M. 212

Mellert, V. 51, 114, 163, 179,
185, 213, 224, 228

Meloni, T. 178

Mettin, R. 89, 136

Meyer, T.J. 84

Meyer, J. 160

Milz, H.-J. 102

Miranda, L. 112

Möck, T. 49

Möhler, U. 175, 221, 223

Möller, S. 71

Möser, M. 149, 202, 203

Molkenstruck, W. 138

Moosrainer, M. 35

Moravec, O. 225

Müske, G. 87

N

Nackenhorst, U. 37

Naidu, Ph. 132

Namba, S. 96

Necati, G. 147

Neidhart, B. 137, 235

Neise, W. 149

Nentwich, F. 56

Neubauer, R.O. 156

Neugebauer, G. 42

Neuschaefer-Rube, Ch. 194

Niederdränk, T. 191

Niermann, A. 110

Nix, J. 208

Nocke, C. 224

Noll, P. 107

Nolte, B. 37, 38

Normann, I. 227

O

Obermayer, K. 227

Ochmann, M. 38, 190

Oehlerking, M. 87

Oey, H. 228

Ohnewald, S. 180

Ortscheid, J. 220, 221

Oxenham, A.J. 141

P

Panzer, J. 119

Paschke, F. 189

Pastillé, H. 190

Patsouras, Ch. 96, 141

Patsouras, D. 103, 113

Patterson, R.D. 230

Peine, H. 170

Pelz, A. 102

Pelz, F. 102

Petersson, B.A.T. 70

Pfaffelhuber, K. 103, 113

Pfeifer, G. 65

Pflüger, M. 206

Pflüger, M. 53, 58

Pichler, H. 189

Piorr, D. 172

Pirschel, S. 109

Podlaszewski, N. 185

Popp, Ch. 61

Prestele, G. 175, 223

Probst, W. 42, 171

Pruwins, H. 227

Püschel, D. 214

Q

Quast, H. 183

Quehl, J. 179

R

Raake, A. 78

Rabe, U. 136

Rabold, A. 153

Rajcan, E. 196

Ranostaj, F. 233

Ransbeeck, P. Van 169

Raß, U. 127

Rausch, R. 118

Rauter, S. 187

Reckhardt, C. 228

Reddy, A. 136

Reichart, U. 179

Reininger, H. 79

Remmers, H. 179

Remy, N. 218

Rennert, R. 226

Renz, E. 84

Richter, U. 144

Rösler, H. 214

Ronneberger, D. 129, 132

Ruhe, C. 161

Rust, A. 58

S

Sagemühl, D. 213

Said, A. 177

Sankin, G. 89

Sapp, M. 186

Sarradj 104

Sarradj, E. 104, 105

Sas, P. 91

Saus, W. 194

Schaaf, K. 53, 112, 126

Schaden, St. 233

Schaudel, St. 198

Scheck, J. 49

Schick, A. 179, 213

Schirmacher, R. 128, 146

Schirmer, W. 103

Schmidt, R. 172

Schmidt, S. 172

Schmitz, O. 32

Schneider, M. 44, 110

Schnell, K. 184

Schnelle, F. 47

Scholl, W. 107, 111, 152

Schreckenberger, D. 221, 222

Schreiner, O. 234

Schuemer, R. 221

Schuemer-Kohrs, A. 221

Schulte-Fortkamp, B. 179, 215

Schultz, J. 129

Schulz, D. 64

Schulz, J. 149

Schwaiger, H. 122, 201

Schwartzenberger, A. 46

Seeber, B. 98, 209, 229

Sehhati, S. 235

Seidel, J. 154

Seiler, A. 178

Seitz G. 126

Sell, H. 57

Sobotta, R. 137

Sonder, D.O. 175

Sottek, R. 164

Späh, M. 45

Spannheimer, H. 56, 146

Stani, M.M. 60

Start, E.W. 193

Stephenson, U.M. 34

Stöcker-Meier, E. 62

Storer, D. 113

Strecha, G. 232

Strube, H.W. 231, 234

Stumpner 157

Sust, Ch.A. 76

Svensson, P. 171

Szeri, A. 136

T

Taschke, H. 101

Taubert, U. 160

Teller, P. 153

Tennhardt, H.-P.	30, 31, 158, 160, 161	Weiß, A.	81
Teuber, W.	31, 50, 177	Weistenhöfer, Ch.	100
Thaden, R.	108	Wende, H.	201, 221
Then, A.	157	Wendt, G.	68
Thesing, U.	116	Wiebe, Th.	36
Tilp, J.	73	Wieringer, R.	223
Timms, O.	77	Wilk, E.	109
Tontch, K.	126	Wilkens, V.	138
Torkler, M.	188	Winkler, F.	81
Trautmann, U.	43	Winkler, H.	30, 31
Trier, H.G.	135	Winkler, J.	218
Trimpop, M.	85, 93	Witte, G.	124
Tsakostas, Ch.	206	Wittek, G.	67
Tuckermann, R.	137, 235	Wittstock, V.	132, 168
U		Wolff, M.	180
Uppenkamp, St.	230	Wollherr, H.	165
Urgela, St.	196	Wunderlich, J.	68
V		Z	
Valenzuela, M.N.	204	Zaleski, O.	55
Verhey, J.L.	96	Zeibig, A.	105
Verhey, J.L.	97, 142, 213	Zeilinger, K.	201
Vespermann, W.	162, 188	Zerbs, C.	52, 128, 142
Völker, Ch.	116	Ziegenhals, G.	198
Völker, E.J.	31, 50, 158	Zipser, L.	66, 67, 92
Völker, E.J.	166		
Vogelsang, B.M.	174		
Volberg, L.	76		
Volz, R.	202		
Vorländer, M.	32, 155, 194		
Vormann, M.	213		
Vykoupil, P.	84		
W			
Wagener, K.	75		
Walk, M.	224		
Wallhäußer-Franke, E.	101		
Weber, L.	111, 152		
Weber, M.	133		
Weber, R.	51, 114, 163		
Weinheimer, H.J.	162		
Weise, W.	138, 188		