

Technische Universität Dresden
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
Institut für Akustik und Sprachkommunikation

Jahresbericht 2003

Berichtszeitraum 1.1.2003 bis 31.12.2003

Postanschrift (Briefe):
Technische Universität Dresden
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
Institut für Akustik und Sprachkommunikation
01062 Dresden

- NEU -
Postanschrift (Pakete):
Helmholtzstr. 10
01069 Dresden

Besucheradresse:
Helmholtzstr. 18
Barkhausen-Bau
Sekretariat: Zi. 54
Telefon: ++49 - 351 - 463 37510 (Sekretariat)
 ++49 - 351 - 463 32747 (Institutsdirektor)

Fax: ++49 - 351 - 463 37781
E-Mail: Ruediger.Hoffmann@ias.et.tu-dresden.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Vorwort	5
1 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Akustik und Sprachkommunikation	6
1.1 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der AG „Technische Akustik“	6
1.2 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der AG „Systemtheorie und Sprachkommunikation“	7
2 Lehre.....	8
2.1 Vorlesungen, Übungen, Praktika	8
2.2 Studienarbeiten.....	11
2.3 Diplomarbeiten.....	11
2.4 Studienwerbung	11
2.5 Führungen mit Demonstrationen	12
3 Forschung.....	13
3.1 AG „Technische Akustik“	13
3.2 AG „Systemtheorie und Sprachkommunikation“	38
4 Drittmittelprojekte und haushaltfinanzierte Forschung	63
4.1 Drittmittelprojekte	63
4.2 Haushaltfinanzierte Forschungsaufgaben.....	65
5 Veröffentlichungen	66
5.1 Bücher, Buchbeiträge	66
5.2 Veröffentlichungen in Zeitschriften.....	66
5.3 TU-Informationen und Lehrmaterial	67
5.4 Vortragsveröffentlichungen	67
5.5 Vorträge (ungedruckt)	70
5.6 Forschungsberichte	71
5.7 Messeteilnahmen.....	71
5.8 Veröffentlichungen in Zeitungen	71

6	Promotionen und Habilitationen	71
7	Diplom- und Studienarbeiten	72
7.1	Diplomarbeiten.....	72
7.2	Studienarbeiten.....	72
8	Wissenschaftliche Veranstaltungen	73
8.1	Jahrestagung des Ausschusses „Strömungsakustik/Flug-lärm“ der DGLR (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt) am 10. Januar 2003.....	73
8.2	Projektmeeting E-Learning-Module am 3. Juli 2003	73
8.3	Ehrenkolloquium für die Professoren W. Reichardt, W. Kraak und W. Wöhle	74
8.4	14. Konferenz „Elektronische Sprachsignalverarbeitung“, 24. bis 26. September 2003, Karlsruhe	75
8.5	Kolloquium 65. Geburtstag Prof. P. Költzsch am 20. Oktober 2003.....	75
8.6	Institutskolloquien	76
9	Reisen.....	77
10	Aktivitäten in der wissenschaftlichen Gemeinschaft.....	83
10.1	Akademische Selbstverwaltung	83
10.2	Mitarbeit in Gremien.....	84
10.3	Mitarbeit in Programmkomitees	85

Vorwort

„Nur müsste auch am Ende des Jahres nicht flüchtig weg, sondern pünktlich und gründlich gezeigt werden, was die Wissenschaft gewonnen hat.“ Dieser Aufforderung Lichtenbergs folgend, legt das Institut für Akustik und Sprachkommunikation hiermit seinen Jahresbericht 2003 vor, der die Bemühungen der Angehörigen des Instituts um eine kontinuierliche Entwicklung des Fachgebietes auch in diesem Berichtsjahr beschreibt. An der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik ist das vergangene Jahr besonders durch einen erfreulichen Anstieg der Immatrikulationszahlen gekennzeichnet; im Studiengang Elektrotechnik und in den interdisziplinären Studiengängen Informationssystemtechnik und Mechatronik wurden insgesamt 560 Studienanfänger immatrikuliert.

Der Bericht dokumentiert auch die vielfältige Einbindung des Instituts in Gremien, Kooperationsbeziehungen und Förderprojekte, die Voraussetzung für die erfolgreiche Arbeit trotz weiterhin angespannter Haushaltslage ist. Es sei allen gedankt, die uns unterstützt haben, ganz besonders wieder Frau Wilhelmine Willkomm für die stetige Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses aus Mitteln der Hermann-Willkomm-Stiftung.

Das Jahr 2003 war für die TU Dresden durch wichtige Ereignisse wie die Wahl eines neuen Rektors und die Unterzeichnung des sogenannten Hochschulkonsenses gekennzeichnet, besonders aber durch das 175. Gründungsjubiläum der Universität, das durch zahlreiche Veranstaltungen begangen wurde.

Auch die Arbeitsgruppe „Technische Akustik“ hatte im vergangenen Jahr Anlass zum Feiern von Jubiläen. Mit einem stark besuchten Ehrenkolloquium wurden der 100. Geburtstag des Inhabers der Akustikprofessur unseres Vorgängerinstituts, Walter Reichardt, der 80. Geburtstag von Professor Wolfgang Kraak und der 75. Geburtstag von Professor Walter Wöhle begangen. Die dazu von Professor Költzsch herausgegebene Festschrift leistet einen wichtigen Beitrag zur Traditionspflege. Anlass für ein weiteres Ehrenkolloquium war der 65. Geburtstag des jetzigen Inhabers der Professur Technische Akustik, Professor Peter Költzsch, der zum Ende des laufenden Wintersemesters in den Ruhestand gehen wird. Er hat die Professur 10 Jahre lang erfolgreich geleitet und zudem das Institut über zwei Wahlperioden als Direktor mit viel Engagement repräsentiert. Das Kolloquium bot Gelegenheit, seine wissenschaftlichen Verdienste zu würdigen und ihm für seinen Einsatz herzlich zu danken.

In diesem Zusammenhang ist zu berichten, dass trotz der schwierigen Personalsituation Konsens erreicht werden konnte, die Dresdner Akustikprofessur weiterzuführen. Sie wurde unter der Bezeichnung „Kommunikationsakustik“ als C4-Stelle ausgeschrieben. Der Ausschreibungstext nennt als Schwerpunkte die Gebiete Psychoakustik, Raumakustik und Elektroakustik und stellt das Gebiet damit bewusst in die Reichardtsche Traditionslinie. Die Bewerbungsfrist ist inzwischen abgelaufen, und wir sind optimistisch, bald eine Nachfolgerin oder einen Nachfolger für Herrn Kollegen Költzsch begrüßen zu dürfen.

In der Arbeitsgruppe „Systemtheorie und Sprachkommunikation“ wurde die Integration des Lehrgebietes Systemtheorie abgeschlossen. Angesichts der oben erwähnten Immatrikulationszahl bleibt das Fach auch für die Zukunft eine Herausforderung. Dabei änderte sich die personelle Struktur gegenüber dem letzten Jahresbericht insofern, als Frau apl. Prof. Merker mit ihren Mitarbeitern des SFB 358 zum 1. 5. 2003 der Professur für Grundlagen der Elektrotechnik (Prof. W. Schwarz) zugeordnet wurde und damit nicht mehr zu unserem Institut gehört.

Allen Mitgliedern und Freunden unseres Instituts wünsche ich ein erfolgreiches und gesundes Jahr 2004.

1 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Akustik und Sprachkommunikation

Institutsdirektor

Prof. Dr.-Ing. habil Peter Költzsch	bis	31.07.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. Rüdiger Hoffmann	seit	01.08.2003

1.1 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der AG „Technische Akustik“

Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer

		Telefon
Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Költzsch	Leiter der AG	34463
Doz. Dr.-Ing. habil. Elfgard Kühnicke		32894
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Günther Pfeifer		32205
Prof. em. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Kraak	emeritierter Hochschullehrer	
Prof. em. Dr.-Ing. habil Arno Lenk	emeritierter Hochschullehrer	34294
Prof. em. Dr.-Ing. habil Walter Wöhle	emeritierter Hochschullehrer	

Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dr.-Ing. Günther Fuder		35374
Dr.-Ing. Ennes Sarradj	bis 31.07.2003	
Dr.-Ing. Matthias Blau	bis 30.09.2003	

Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf Drittmittelstellen, Doktoranden

Dipl.-Ing. Marcus Bauer	DFG (seit 01.02.2003)	33041
Dr.-Ing. Andriy Borisyuk	DFG; BMBF (bis 30.04.2003)	
Dr.-Ing. Volker Bormann	Bundesanstalt f. AuA, BBAW u. a.	32509
Dipl.-Ing. Haike Brick	DFG	34294
Dipl.-Ing Stefan Folprecht	DFG	32253
Dipl.-Ing. Regina Heinecke-Schmitt	Bundesanstalt f. AuA	32275
Dipl.-Ing Jörn Hübelt	DFG/FhG	32449
Dipl.-Ing. Björn Knöfel	BMBF	35524
Dr.-Ing. Rafael Piscoya Rodriguez	DFG	35524
Dipl.-Ing. Dietmar Richter	DFG/Microtech Gefell GmbH	32275
Dipl.-Ing. Andreas Zeibig	DFG/DLR	32509

Ingenieure

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Landgraf		33521
Dipl.-Ing. Andreas Witing		33547

Promotionsstudenten/Stipendiaten

Dipl.-Ing. Stephan Leschka		32253
----------------------------	--	-------

Sekretärin/Institutssekretariat

Frau Lianne Domaschke		37510
-----------------------	--	-------

1.2 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der AG „Systemtheorie und Sprachkommunikation“

Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer

		Telefon
Prof. Dr.-Ing. habil. Rüdiger Hoffmann	Leiter der AG	32747
Apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Renate Merker	bis 30.04.2003 (*)	
Prof. em. Dr.-Ing. habil. Walter Tscheschner	emeritierter Hochschullehrer	32244
Prof. em. Dr.-Ing. habil. Dieter Mehnert	Externer Mitarbeiter	

Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dr.-Ing. Ulrich Kordon		32240
Dipl.-Ing. Matthias Eichner		36298
Dipl.-Ing. Mathias Kortke		34849

Projektmanager Signalverarbeitung und Mustererkennung der Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer mbH der TU Dresden

Dipl.-Ing. Oliver Jokisch		32289
---------------------------	--	-------

Ingenieure

Dipl.-Ing. Steffen Kürbis		33395
Dipl.-Ing. (FH) Margitta Lachmann	GWT	34283

Mitarbeiter auf Drittmittelstellen bzw. Promotionsstudenten

Dipl.-Ing. Maximiliano Cuevas	DFG	34839
Dr. phil. Hongwei Ding		34283
Dr.-Ing. Dirk Fimmel	bis 30.04.2003 (*)	
Dipl.-Ing. Hans Kruschke	BMBF	32721
Dipl.-Ing. Jan Müller	bis 30.04.2003 (*)	
M. A. Toshifumi Oba	seit 8.10.2003	32721
Dipl.-Ing. Rainer Schaffer	bis 30.04.2003 (*)	
Dipl.-Ing. Guntram Strecha	Siemens	34849
Dipl.-Ing. Constanze Tschöpe	FhG	34839
Dipl.-Ing. Steffen Werner	BMBF	32799
Dipl.-Ing. Matthias Wolff	DFG	36298

Sekretärinnen

Frau Uta Haase		37656
Frau Barbara Wrann	seit 1.10.2003	33106

(*) zum 1. 5. 2003 umgesetzt in die Professur für Grundlagen der Elektrotechnik

2 Lehre

2.1 Vorlesungen, Übungen, Praktika

Im Sommersemester 2003 und im Wintersemester 2003/2004 wurden die folgenden Lehrveranstaltungen durchgeführt:

2.1.1 Pflichtfächer im Grund- und Hauptstudium

Vorlesung „Systemtheorie I“ (Prof. R. Hoffmann) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung Studiengänge: Elektrotechnik, Informationssystemtechnik, Mechatronik und Nebenfach	WS 03/04 3. Semester 400 Hörer
Vorlesung „Systemtheorie II“ (Prof. R. Hoffmann) 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung Studiengänge: Elektrotechnik, Informationssystemtechnik, Mechatronik und Nebenfach	SS 03 4. Semester 300 Hörer
Vorlesung „Systemtheorie III“ (Prof. R. Hoffmann) 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung Studienrichtung Informationstechnik	WS 03/04 5. Semester 50 Hörer
Vorlesung „Signalverarbeitung“ (Prof. R. Hoffmann) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung Studienrichtung Informationstechnik, Studiengang Informationssystemtechnik, Master-Studiengang und Nebenfach	WS 03/04 5. Semester 90 Hörer
Vorlesung „Akustik“ (Prof. P. Költzsch, Mitwirkung: Prof. G. Pfeifer) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung Studienrichtung Informationstechnik, Bakkalaureat Informations- und Mikroelektronik, Nebenfach für Medieninformatik und Informatik, Master-Studiengang	WS 03/04 5. Semester 70 Hörer
Praktikum „Computertechnik“ (Mitwirkung) Studiengang Elektrotechnik Versuch „Beurteilung der Klangfarbe von überlagerten Sinustönen“ (Dipl.-Ing. A. Witing) Versuch „Akustischer Schalter“ (Dr. Kordon und Mitarb.)	SS 03 2. Semester 64 Teilnehmer 45 Teilnehmer

2.1.2 Wahlobligatorische Fächer (AG Technische Akustik)

Vorlesung „Technische Akustik I“ (Prof. Költzsch) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	SS 03 6. Semester 15 Hörer
Vorlesung „Elektroakustik I“ (Prof. G. Pfeifer) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	SS 03 6. Semester 17 Hörer
Vorlesung „Theoretische Akustik“ (Prof. P. Költzsch) 2 SWS Vorlesung	SS 03 8. Semester 8 Hörer

Vorlesung „Ähnlichkeitstheorie und Modelltechnik“ (Prof. P. Költzsch) 2 SWS Vorlesung	SS 03 6./8. Semester 10 Hörer
Vorlesung „Numerische Akustik“ (Dr. E. Sarradj) 2 SWS Vorlesung	SS 03 8. Semester 8 Hörer
Vorlesung „Raumakustik und Beschallungstechnik“ (Dr. M. Blau) 2 SWS Vorlesung	SS 03 8. Semester 8 Hörer
Vorlesung „Ultraschall II“ (Doz. Dr. E. Kühnicke) 2 SWS Vorlesung	SS 03 8. Semester 6 Hörer
Vorlesung „Elektromechanische Messtechnik“ (Prof. G. Pfeifer) 2 SWS Vorlesung	SS 03 6./ 8. Semester 6 Hörer
Vorlesung „Ausgewählte Kapitel der Akustik“ (Prof. P. Költzsch/Dr. E. Sarradj u. a.) 2 SWS Vorlesung	SS 03 8. Semester 8 Hörer
Vorlesung „Mechanische und elektronische Klangerzeugung bei Musikinstrumenten“ (Doz. Dr. E. Kühnicke) 2 SWS Vorlesung	SS 03 28 Hörer
Praktikum „Akustik“ (Prof. R. Hoffmann/Prof. P. Költzsch/Prof. G. Pfeifer) 4 SWS Praktikum (Dr. Fuder)	WS 03/04 7. Semester 11 Teilnehmer
Seminar „Lärmesstechnik/Schalleinwirkung“ (Dr. G. Fuder) 1 SWS Seminar, 1 SWS Praktikum	WS 03/04 7. Semester 11 Hörer
Vorlesung „Technische Akustik II“ (Prof. P. Költzsch) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	WS 03/04 7. Semester 10 Hörer
Vorlesung „Elektroakustik II“ (Prof. G. Pfeifer) 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung	WS 03/04 7. Semester 10 Hörer
Vorlesung „Ultraschall I – Grundlagen“ (Doz. Dr. E. Kühnicke) 2 SWS Vorlesung	WS 03/04 7. Semester 13 Hörer
Vorlesung „Ultraschall III – Sonderverfahren“ (Doz. Dr. E. Kühnicke) 2 SWS Vorlesung	WS 03/04 7. Semester 15 Hörer
Vorlesung „Elektromechanische Systeme“ (Prof. G. Pfeifer) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	WS 03/04 7. Semester 6 Hörer

2.1.3 Wahlobligatorische Fächer (AG Systemtheorie und Sprachkommunikation)

Vorlesung „Signalanalyse und –erkennung“ (Prof. Hoffmann) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung	SS 03 6. Semester 23 Hörer
Vorlesung „Psychoakustik“ (Prof. Hoffmann/Dr. Kordon) 2 SWS Vorlesung	SS 03 6. Semester 35 Hörer
Vorlesung „Technische Sprachkommunikation“ (Dr. Kordon) 2 SWS Vorlesung	SS 03 6. Semester 23 Hörer
Praktikum „Technische Sprachkommunikation“ (Dr. Kordon) 3 SWS Praktikum	WS 03/04 7. Semester 5 Teilnehmer
Vorlesung „Spracherkennung I“ (Dr. Kordon) 2 SWS Vorlesung	WS 03/04 7. Semester 12 Hörer
Vorlesung „Spracherkennung II“ (Dr. Flach, FhG) 2 SWS Vorlesung	SS 03 8. Semester 3 Hörer
Vorlesung „Sprachsynthese“ (Dr. Kordon) 1 SWS Vorlesung	WS 03/04 7. Semester 13 Hörer
Seminar „Signalprozessoren in der Audio-Signalverarbeitung“ (Dipl.-Ing. Kürbis) 1 SWS Seminar, 1 SWS Praktikum	WS 03/04 7. Semester 14 Teilnehmer

2.1.4 Lehrveranstaltungen für andere Studiengänge

Vorlesung „Musikalische Akustik/Physiologische Akustik“ (Dipl.-Phys. A. Wilde, Prof. G. Hofmann) 1 SWS Vorlesung Fakultät Informatik/Nebenfach für Studiengang Medieninformatik und Informatik Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik/Studiengang Elektrotechnik	SS 03 30 Hörer
Vorlesung „Maschinenakustik“ (Prof. P. Költzsch/Dr. Fuder) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung, 1 SWS Praktikum Fakultät Maschinenwesen/Studiengang Maschinenbau, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik/Studiengang Elektrotechnik	WS 03/04 7. und 9. Semester 36 Hörer
Vorlesung „Physikalische Grundlagen der Akustik“ (Doz. Dr. E. Kühnicke) 2 SWS Vorlesung, 1 SWS Übung Fakultät Informatik/Studiengang Medieninformatik und Informatik	WS 03/04 3. Semester 34 Hörer

2.2 Studienarbeiten

Im Berichtszeitraum wurden am Institut für Akustik und Sprachkommunikation 11 Studienarbeiten angefertigt. Die Themen, die Bearbeiter und die Betreuer der Arbeiten sind im Abschnitt 7.2 aufgeführt.

2.3 Diplomarbeiten

Im Jahr 2003 wurden am Institut für Akustik und Sprachkommunikation 11 Diplomarbeiten verteidigt. Die Themen, die Bearbeiter und die Betreuer der Diplomarbeiten sind im Abschnitt 7.1 zusammengestellt.

2.4 Studienwerbung

- **Schnupperstudium am 9. Januar 2003**

Vorlesungen

Vorlesung Akustik (mit Experimenten)

Prof. Költzsch

Besichtigungen

Labor für Spracherkennung und –synthese
Audioschallerzeugung mittels Ultraschall
Virtual Reality – Klanglandschaften

Dr. U. Kordon
Dipl.-Ing. S. Folprecht
Dipl.-Ing. J. Hübelt/
Dipl.-Ing. A. Witing

Akustische Messräume (schalltoter Raum und Hallraum)

Dr. M. Blau/
Dr. E. Sarradj
Dipl.-Ing. D. Richter

Akustisches Modell der Semperoper Dresden
Das Ohr im Wind
(Strömungsgeräusche am menschlichen Kopf)
mit Experimenten im Windkanal

Dipl.-Ing. A. Zeibig

- **„Uni-Tag“ am 10. Mai 2003**

Besichtigungen/ Vorführungen:

Labor für Spracherkennung und Sprachsynthese
Modell der Semperoper Dresden
Akustische Messräume:
Hallraum, großer schalltoter Raum, Windkanal

Dr. U. Kordon
Dipl.-Ing. D. Richter

Audioschallerzeugung mittels Ultraschall

Dipl.-Ing. J. Hübelt/
Dipl.-Ing. A. Witing
Dipl.-Ing. S. Folprecht

- **Ringvorlesung der Fakultät im Studium generale – Wintersemester 2002/2003 und 2003/2004 „Energie – Automatisierung – Kommunikation – Umwelt“ (Vorträge des IAS)**

„Gesprächspartner Automat: Sprachliche Mensch-Maschine-Interaktion“	07.01.2003	Prof. R. Hoffmann
„Ultraschall in der medizinischen Diagnostik“	14.01.2003	Dr. E. Kühnicke
„Ultraschall in der medizinischen Diagnostik“	18.11.2003	Dr. E. Kühnicke
„Lärm: Einwirkung, Messung, Beurteilung (inkl. EU-Aktivitäten)“	09.12.2003	Dr. G. Fuder

- **Sommeruniversität 2003**

Es fanden vier Veranstaltungen im Juli 2003 (09.07., 16.07., 23.07., 30.07.2003) im Rahmen der Sommeruniversität statt.

Einführungsvorträge: „Einführung in die Akustik“ Dr. Fuder
 „Sprachanalyse und Sprachsynthese“ Dr. Kordon

Teilnehmer: 2 Gruppen (20 Abiturientinnen, Schülerinnen und Schüler)

Besichtigungen:

Labor für Spracherkennung und Sprachsynthese, Modell der Semperoper Dresden
 Akustische Messräume: Hallraum, großer schalltoter Raum, Windkanal

- **Zusammenarbeit mit Gymnasien**

Martin-Andersen-Nexö-Gymnasium Blasewitz, Gymnasium Freital

- **Betreuung von Schülern**

Auch in diesem Jahr wurden in Zusammenarbeit mit den regionalen Schulen drei Altersgruppen von Schülern betreut. Unser Institut gestaltete ein physikalisches Praktikum für drei Schüler der 8. Klasse. Innerhalb einer Woche machten sich die Schüler mit den physikalischen Eigenschaften von Lautsprechern vertraut. Sie lernten die wichtigsten mathematischen Beschreibungen kennen und führten Messungen der charakteristischen Parameter durch. An verschiedenen Anwendungsbeispielen wurden die Erkenntnisse experimentell überprüft und vom Verständnis gefestigt. In einem Postervortrag an der Schule präsentierten die Schüler ihre Erkenntnisse ihren Mitschülern.

Zwei Schüler der 9. Klasse absolvierten bei uns ein zweiwöchiges Betriebspraktikum. In dieser Zeit erarbeiteten sie Demonstrationsprogramme für die Vorlesung von Frau Doz. Dr. Kühnicke „Mechanische und elektronische Klangerzeugung bei Musikinstrumenten“.

2.5 Führungen mit Demonstrationen

Die Teilnehmer erhielten eine Einführung in die Struktur sowie die fachlichen Aufgaben des Instituts und lernten die Studien- und Forschungsmöglichkeiten am Institut kennen. Es wurden akustische Spezialräume und Labors besichtigt sowie Verfahren der Sprachsynthese/Sprachanalyse demonstriert.

- Führung von 30 Schülern des Ardenne-Gymnasiums
Termin: 26.05.2003
- Führung von 12 Schülern des Marie-Curie-Gymnasiums (11. Klasse)
Termin: 08.07.2003
- Führung von 30 Studenten der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Termin: 11.11.2003
- Einen besonderen Besucheransturm erlebte das Institut anlässlich der „Langen Nacht der Wissenschaften“, die am 27. Juni 2003 gemeinsam von den Dresdner Wissenschaftseinrichtungen organisiert worden war. Zur Besichtigung der akustischen Spezialräume und des Sprachlabors kamen Besucher in unerwarteter Zahl, die nur grob auf etwa 500 geschätzt werden konnte.

3 Forschung

3.1 AG „Technische Akustik“

3.1.1 SWING+: Simulation und Messung der Schallabstrahlung überströmter Hinterkanten

Ziel des DFG-geförderten Verbundprojektes SWING+ (Simulation of Wing Flow Noise Generation) ist die Entwicklung von Verfahren zur Berechnung des Schalls, der bei der Umströmung von Tragflächen entsteht.

Die direkte numerische Lösung der strömungsmechanischen Grundgleichungen, die diesen Vorgang beschreiben (Navier-Stokes Gleichungen, NSE), ist mit den heute vorhandenen Rechnerkapazitäten kaum möglich.

Deswegen wird in SWING+ versucht, mit vereinfachten Formen der NSE Umströmungsgeräusche zu berechnen. Dabei beschränkt man sich zunächst auf den wichtigen Hinterkantenlärm, der entsteht, wenn Turbulenz die Hinterkante passiert.

Am IAS wurde die Anwendbarkeit des sog. SNGR-Verfahrens [1] zur Berechnung von Hinterkantenlärm untersucht. Bei diesem Verfahren werden im ersten Schritt die RANS-Gleichungen gelöst (Reynolds Averaged Navier Stokes, zeitgemittelte NSE), um die zeitgemittelte Strömung um die Tragfläche zu berechnen.

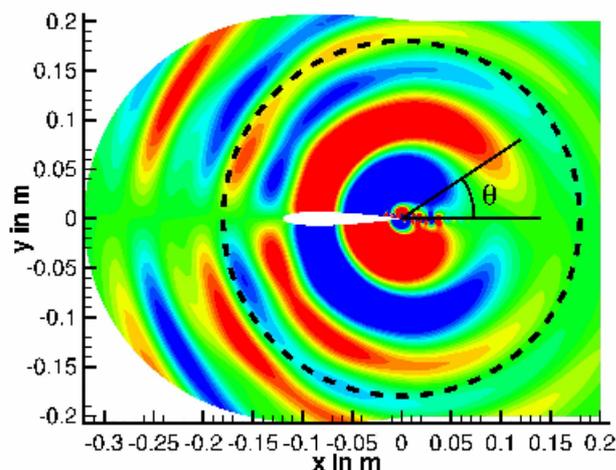


Abbildung 1: Momentaufnahme des Schwankungsdruckes am NACA 0012 Tragflügel

Im zweiten Schritt werden die LEE (linearisierte Eulergleichungen, NSE ohne Reibung) gelöst, um die zeitabhängige Schallerzeugung und -ausbreitung zu ermitteln. Die Zeitabhängigkeit wird in die LEE durch einen Quellterm künstlich wiedereingeführt. Dieser wird aus einem synthetischen Turbulenzfeld berechnet und soll in den LEE direkt Schall erzeugen.

Um mit dem SNGR-Verfahren den Hinterkantenlärm korrekt berechnen zu können, wurde dieses Verfahren im Laufe der Untersuchungen weiterentwickelt, insbesondere hinsichtlich der Funktionsweise des Quelltermes. Dieser soll nun in den LEE keinen Schall mehr direkt anregen. Er wird stattdessen verwendet, um turbulente Strukturen in den LEE zu erzeugen. Schall entsteht anschließend indirekt durch die Wechselwirkung dieser turbulenten Strukturen mit der Hinterkante.

Mit dem IAS-Verfahren wurde der Hinterkantenlärm einer ebenen Platte und eines Tragflügels berechnet. Bild 1 ist eine Momentaufnahme der numerisch berechneten Lösung der LEE am Tragflügel. Es sind Isoflächen des Schwankungsdruckes dargestellt. An der Hinterkante kann man die kleinskalierten turbulenten Anteile erkennen, die durch den Quellterm in den LEE erzeugt wurden. Deutlich ist zu sehen, dass diese Anteile an der Hinterkante Schallwellen hervorrufen, die sich im Rechengebiet ausbreiten.

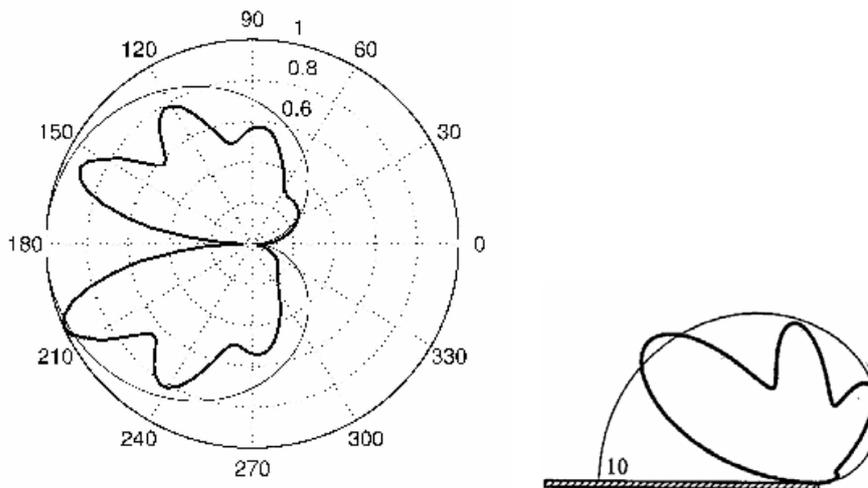


Abbildung 2: Berechnete Richtcharakteristik (links) und analytische Lösung von Howe (rechts) für Hinterkantenlärm bei $kL = 10$

Bild 2 zeigt, dass es sich dabei um Hinterkantenlärm handelt. Dargestellt ist ein Vergleich der berechneten Richtcharakteristik des Schalldruckes mit einer vereinfachten analytischen Lösung [2] für den Hinterkantenlärm. In den Richtcharakteristiken ist der auf den Maximalwert normierte Effektivwert des Schalldruckes auf einem Kreis um die Hinterkante in Abhängigkeit vom Winkel θ dargestellt (siehe auch Bild 1).

Dabei wurde nur die Schallfrequenz mit der dimensionslosen Wellenzahl $kL = 10$ betrachtet. Bei k handelt es sich um die akustische Wellenzahl, L ist die Sehnenlänge des Tragflügels. Man erkennt eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden Ergebnissen. Die geringen Abweichungen lassen sich eventuell auf die Vereinfachungen zurückführen, die gemacht werden mussten, um für dieses komplexe Problem eine analytische Lösung berechnen zu können [2].

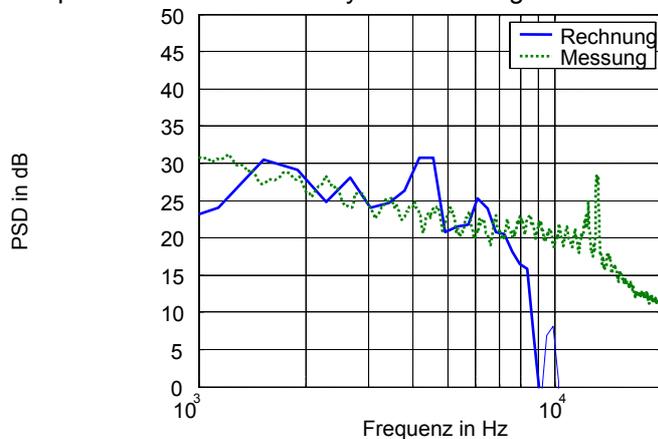


Abbildung 3: Vergleich der PSD-Spektren von Rechnung und Messung an der Hinterkante der ebenen Platte bei $\theta = 90^\circ$ und $r=0.18\text{m}$

Zur Validierung der Messungen wurde im aeroakustischen Windkanal des Institutes ein umfangreiches Messprogramm an den Testfällen ebene Platte und NACA 0012-Profil absolviert. Die Validierung der Strömungsrechnungen (mittlere Strömungsgeschwindigkeit, turbulente Schwankungsgeschwindigkeiten) erfolgte mittels Hitzdrahtmessungen. Da die Turbulenz an der Hinterkante bzw. im Nachlauf nicht isotrop ist, wurden die Messungen mit 3D-Hitzdrahtmesstechnik durchgeführt.

Zur Validierung der Rechnungen zur Schallausbreitung wurden PSD-Spektren an mehreren Punkten eines virtuellen Kreises um die Hinterkante des jeweiligen Testobjektes vermessen. Somit konnte nicht nur der Betrag des Schalldruckpegels, sondern auch teilweise die Richtcharakteristik der Schallausbreitung validiert werden [3]. In Abbildung 3 ist der Vergleich zwischen gemessenem Spektrum und Rechnung bei $\theta = 90^\circ$ an der Hinterkante der ebenen Platte gezeigt.

Da am Testfall NACA 0012-Profil mehrere Schallquellen auftreten können, befindet sich zur akustischen Vermessung dieses Testfalls derzeit ein Mikrofonarray im Aufbau. Als Voruntersuchung dazu wurden in einer Studienarbeit an einem Linienarray grundlegende Eigenschaften von Mikrofonarrays

untersucht [4]. Mit diesem Linienarray wurden auch Testmessungen am NACA0012-Profil durchgeführt. Das Ergebnis einer solchen Messung ist in Abb. 4 dargestellt. Die Position des Profils ist im Bild skizziert. Deutlich erkennbar ist das Maximum der spektralen Leistungsdichte an der Hinterkante des Profils, welches mit der Position der Schallquelle korreliert.

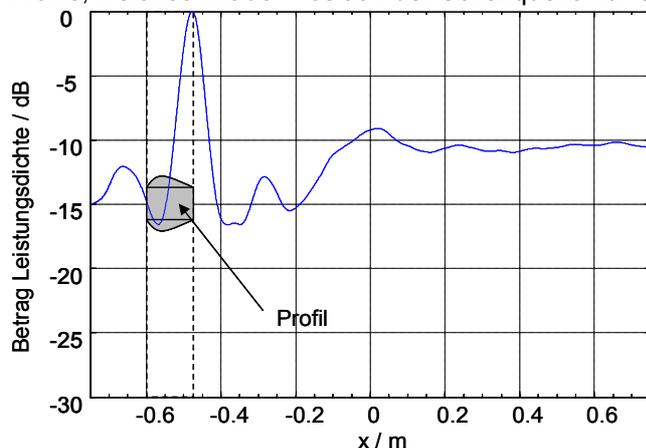


Abbildung 4: Ortung der Profilhinterkante des NACA 0012-Profiles mit einem äquidistanten 8-Mikrofon-Linienarray (Arraybreite 1,5m, Quelle-Array-Abstand 0,55m, $f=2\text{-}8\text{kHz}$)

Literatur:

- [1] BAILLY, C. und JUVÉ, D., "A stochastic approach to compute subsonic noise using Linearized Euler's Equations", AIAA-Paper 99-1872, 1999
- [2] HOWE, M.S., "Edge-source acoustic Green's function for an airfoil of arbitrary chord, with application to trailing edge noise", Quarterly Journ. of Mechanics and Applied Mathem., Vol. 50, No. 1, 2001, pp. 139-155
- [3] ZEIBIG, A., BAUER, M.: "Comparison of numerical and experimental data characterizing the flow field and sound field generated by the flow around a thin flat plate", Tenth International Congress on Sound and Vibration, 07.-10.07.2003, Stockholm, Schweden
- [4] SCHULZE, C.: Untersuchungen zu Linienarrays. Studienarbeit, Technische Universität Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation, September 2003

(Dipl.-Ing. A. Zeibig, Dipl.-Ing. M. Bauer)

3.1.2 Akustische Simulationsverfahren AKUSIM

Im Forschungsverbund „Leiser Verkehr“ wird im Verbundprojekt „Verkehrslärm – Quellen, Ausbreitung, Prognose“ unter der Koordinierung der TU Dresden das Teilprojekt 1300 „Akustische Simulationsverfahren“ bearbeitet, das aus einer Kooperation der TU Dresden mit dem Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik des DLR Braunschweig und EADS München besteht. Das Projekt enthält 3 Arbeitspakete zum Strömungsschall und ein Arbeitspaket zum Körperschall.

Teil „Strömungsschall“:

Aus typischen Bauteilen, Konstruktions- und Strömungsfällen von Fahrzeugen des landgebundenen Hochgeschwindigkeitsverkehrs wurden drei generische Struktur- und Strömungsmodelle (Hohlraum, Stufe, Halbzylinder) für die numerischen und experimentellen Untersuchungen abgeleitet:

Testfall 1, überströmter Hohlraum:

Türschlitz (PKW), Waggonschlitze/-stöße (Bahn), Schiebedach (PKW)

Testfall 2, vorwärts geneigte Stufe:

Wasserfangleiste (PKW), Fensterdichtungen (PKW, Bahn)

Testfall 3, Halbzylinder mit Heckdreikant:

Stromabnehmer (Bahn), Außenspiegel (PKW), Fahrwerkskomponenten (z.B. Querlenker, PKW)

Im Berichtsjahr wurden messtechnische Voraussetzungen am aeroakustischen Windkanal für die experimentellen Untersuchungen geschaffen, die durch die TU Dresden insbesondere am Testfall 3 durchgeführt werden sollen. In Form eines Kooperationsvertrages mit dem Fraunhofer-Institut für In-

tegrierte Schaltungen Dresden (Dipl.-Phys. Andreas Wilde) wurden projektgemäß numerische Untersuchungen an den o. g. Testfällen mit Hilfe des Lattice-Boltzmann-Verfahrens (Software POWERFLOW) begonnen.

(Prof. P. Költzsch)

Teil „Körperschall“:

In diesem Forschungsprojekt, das sich mit der Berechnung von hochfrequentem Körperschall beschäftigt, geht es darum, ein alternatives Verfahren zur Statistischen Energieanalyse (SEA) auszuwählen und es auf seine Brauchbarkeit zu testen. Verschiedene Gespräche mit Fahrzeugherstellern fanden statt, in denen typische Anwendungsfälle der Fahrzeugindustrie definiert wurden. Aus diesen entstanden 3 Referenzstrukturen, die zurzeit am Institut für Akustik und Sprachkommunikation aufgebaut werden. An diesen Strukturen werden vibroakustische Messungen durchgeführt, die als Vergleichsgrundlage für die Berechnung mit dem alternativen Verfahren dienen. Parallel zum Aufbau der Strukturen fanden erste Messungen statt, die sich vor allem mit der Auswahl der Messsysteme sowie der Bestimmung der Verlustfaktoren der Referenzstrukturen beschäftigten. Struktur 1 stammt aus dem PKW-Bereich und besteht aus einem Fahrzeug-Bodenblech mit 2 angekoppelten Radhäusern. Die zweite Struktur stellt die Nachbildung eines Anwendungsfalles aus dem Gebiet der Schienenfahrzeuge dar, indem der Hochflurbereich eines Regionalzuges abgebildet wird. Eine generische Fahrzeugstruktur aus dem Nutzfahrzeugbereich ist Struktur 3, die aus einer Aluminiumplatte mit Längs- und Querversteifungen unterschiedlicher Steifigkeiten entstand.

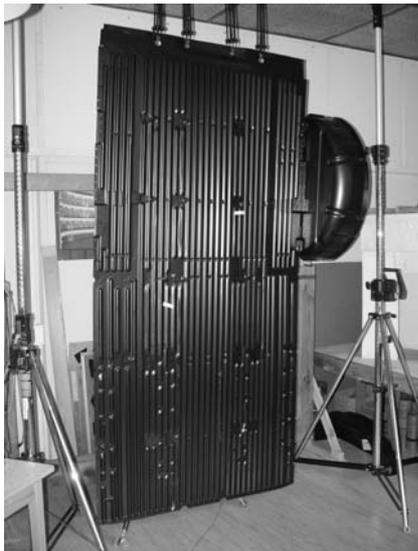


Bild 1: PKW-Bodenblech

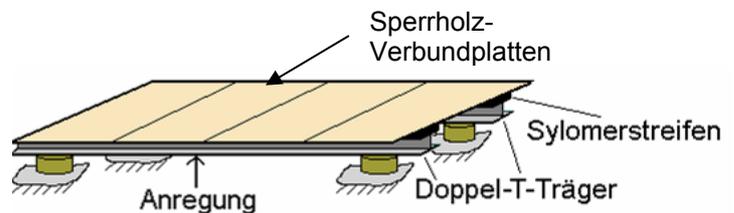


Bild 2: Schienenfahrzeugstruktur



Bild 3: Verrippte Platte

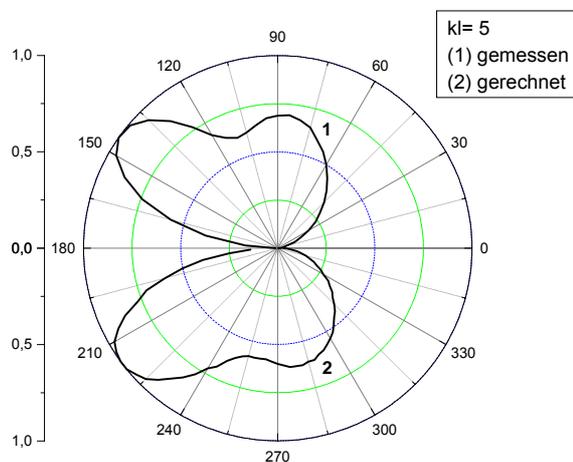
Nachdem die Auswahl des alternativen Verfahrens zur SEA Mitte des Jahres 2003 zu Gunsten der High Frequency Boundary Element Method (HFBEM) erfolgte, ist mit der Weiterentwicklung derselben begonnen worden. Dabei wurden schnelle Sichtbarkeitsalgorithmen untersucht, um den bei der Anwendung der HFBEM notwendigen Sichtbarkeitstest zu beschleunigen. Weitere Arbeiten sehen unter anderem die Vorausberechnung der Körperschall-Ausbreitung mit der HFBEM und der SEA vor. Ergänzend werden Messungen des Schwingungsverhaltens der 3 Strukturen durchgeführt.

(Dipl.-Ing. B. Knöfel, Dr. E. Sarradj)

3.1.3 Messung und Berechnung der akustischen Richtcharakteristik eines Dipols hinter einer Platte

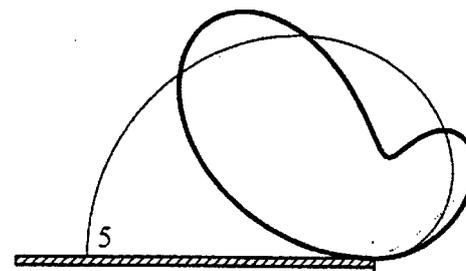
Im großen schallreflexionsarmen Raum des Instituts wurde die Schallabstrahlung eines Dipols (zwei Lautsprecher, Abstand 1,5 cm, phasenverschobene Einspeisung) hinter einer ebenen Platte (Abmessungen 2,6 x 0,4 x 0,015 m³, Modell für einen Flugzeugtragflügel) gemessen. Die Achse des Dipols war senkrecht zur Platte gerichtet. Damit soll die Schallerzeugung durch die Hinterkantenturbulenz bei Umströmung der Platte modelliert werden. Die Richtcharakteristiken wurden bei Sinusanregung auf

einem Kreis mit dem Radius $r = 1,5 L$ um die Platte herum gemessen (L ist die Plattenbreite, analog zur Sehnenlänge des Tragflügels, $r = 0,6 \text{ m}$). Die Vergleiche zwischen Rechnung (SNGR+PIANO) und Messung wurden für drei Werte von $kL = 3,1 / 5 / 10$ durchgeführt, für zwei Werte von $kL (= 5 / 10)$ auch mit den analytischen Rechenergebnissen für die endliche Platte von M. HOWE. Bild 1 zeigt den Vergleich für $kL = 5$.



Messwerte / Rechenwerte

Bild 1: Richtcharakteristik des Hinterkantenlärms



nach: HOWE

Mit dem Versuchsaufbau sind weitere akustische Messungen geplant, u. a. Variation des Dipolabstandes von der Hinterkante, des Radius des Kreises für die Richtcharakteristik, des Modells für den Multipol (Monopol, Dipol, Quadrupol) sowie u. U. auch die Modellierung der Schallentstehung an der Klappenseitenkante

(Prof. P. Költzsch, Dipl.-Ing. A. Witing, Dipl.-Ing. M. Bauer)

3.1.4 Modellierung der Schallabstrahlung von Flammen mit akustischen Ersatzstrahlern

Dieses Forschungsprojekt ist ein Teilprojekt der von der DFG geförderten, überregionalen Forschergruppe „Verbrennungslärm“ /2/. Ziel der Forschergruppe ist es, Methoden zu entwickeln, die die Minimierung von Verbrennungslärm schon im Design-Prozess von Verbrennungssystemen im Allgemeinen und Flugtriebwerken im Speziellen ermöglichen. Im Teilprojekt der TU Dresden „Modellierung der Schallabstrahlung von Flammen mit akustischen Ersatzstrahlern“ soll die Anwendungsmöglichkeit der akustischen Ersatzstrahlermethode (ESM) /4/ und der Boundary-Element-Methode (BEM) /6/ zur numerischen Simulation des Verbrennungslärms untersucht werden.

Für beide Methoden müssen Daten über eine physikalische Abgleichgröße auf einer Kontrolloberfläche vorliegen. Als akustische Abgleichgröße kommt dafür die Schnelle in Richtung der Oberflächennormalen (Neumann-Randbedingung) bzw. der Druck (Dirichlet-Randbedingung) auf der Oberfläche in Frage. Um den Bedingungen der Helmholtz-Gleichung zu genügen, die die Basis beider Methoden darstellt, muss die Kontrolloberfläche alle akustischen Quellen umschließen und in einem strömungsfreien, homogenen Medium liegen. In der Literatur wird eine derartige Fläche als Kirchhoff-Fläche bezeichnet /1/,/5/.

Die Daten auf dieser Kirchhoff-Fläche werden von den anderen Teilprojekten der Forschergruppe durch numerische Berechnungen oder experimentelle Untersuchungen bereitgestellt. Im Teilprojekt „Modellierung von Schallquellen in Verbrennungssystemen mit Hilfe der Grobstruktursimulation“ an der TU Darmstadt, Fachgebiet Energie- und Kraftwerkstechnik, werden Diffusionsflammen mit Hilfe der Large-Eddy-Simulation (LES) modelliert. Durch die LES werden die Zeitsignale der Geschwindigkeit in Punkten auf zylindrischen Oberflächen um die Flamme herum berechnet. Diese Zeitsignale werden mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert und dienen dann als Eingangsdaten für die ESM und BEM, d. h. die numerischen Methoden LES und ESM/BEM werden in den Punkten dieser Zylinderoberflächen gekoppelt.

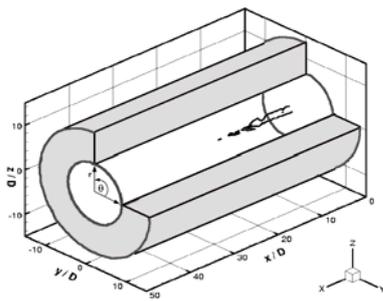


Abb.1 : Bereich der Kopplungszylinder
 LES \leftrightarrow ESM/BEM (grau). Die schwarze Linie kennzeichnet den Verlauf des stöchiometrischen Mischungsbruchs der Flamme.

Die simulierte Diffusionsflamme ist durch die folgenden Größen charakterisiert: Brennstoff 23% H₂ / 77% N₂, Re = 16.000, Düsendurchmesser D = 8 mm, Austrittsgeschwindigkeit U_{bulk} = 36,3 m/s (Flamme HD in/4/).

In einem ersten Schritt wurden die Geschwindigkeitsdaten auf Zylinderoberflächen mit den Radien r/D = {4,42 / 4,64 / 4,88 / 5,11 / 5,36 / 5,61 / 5,88 / 6,14 / 6,42 / 6,71} ausgetauscht.

Abb. 2, links, zeigt die abgestrahlte Schalleistung der zehn Zylinderoberflächen. Beim Frequenzgang können zwei Bereiche unterschieden werden. Im Bereich tieferer Frequenzen strahlen die Zylinder etwa dieselbe Schalleistung ab. Im Bereich höherer Frequenzen divergieren die Schalleistungen, wobei mit zunehmendem Radius die abgestrahlte Schalleistung abnimmt. Für die Berechnung mit der Ersatzstrahlermethode wurden in zwanzig äquidistanten Positionen auf der Zylinderachse jeweils ein Monopol, drei Dipole und fünf Quadrupole angeordnet (insgesamt 180 Quellen). In Abb. 2, rechts, ist der Vergleich dieser Ergebnisse mit

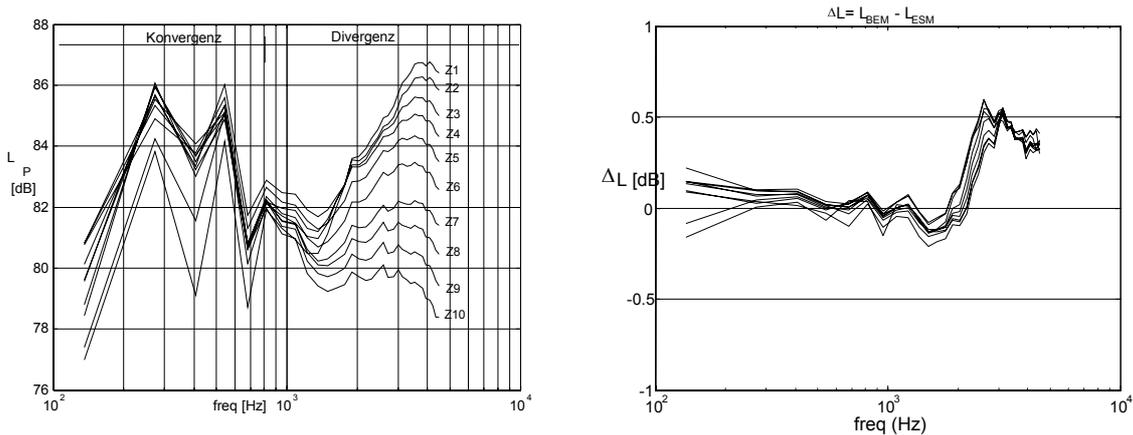


Abb.2 links: Abgestrahlte Schalleistung der 10 Zylinderoberflächen, mit ESM berechnet, rechts: Differenz zwischen ESM und BEM-Berechnung

einer BEM-Berechnung zu sehen. Beide Methoden zeigen lediglich einen maximalen Unterschied von 0,5 dB im untersuchten Frequenzbereich, unabhängig vom Zylinderradius.

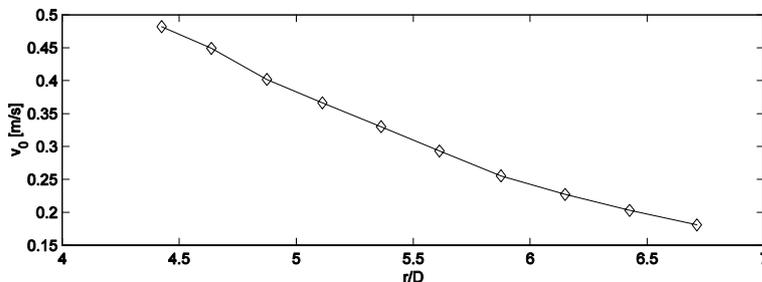


Abb. 3: Gleichanteil der Geschwindigkeit in Normalenrichtung in Abhängigkeit vom Zylinderradius

Abb. 3 zeigt den Gleichanteil der Normalgeschwindigkeit v_{0Hz} als integrales Maß über die Zylinderoberfläche S_m.

$$v_{0Hz} = \sqrt{\frac{1}{S_m} \iint_{S_m} |v_{0Hz}|^2 dS}$$

Die mittlere Geschwindigkeit nimmt demnach mit zunehmendem Radius ab, die Bedingung der Strömungsfreiheit ist jedoch auf keinem Zylinder gegeben. In der nächsten Phase des Projektes müssen die Kopplungsbedingungen näher untersucht werden. Ab welcher Größenordnung kann die Strömung vernachlässigt werden? Konvergiert die berechnete abgestrahlte Schallleistung mit zunehmendem Radius der Kontrolloberfläche gegen einen „wahren“ Wert? Welchen Einfluss hat der Temperaturgradient auf das Ergebnis?

Die notwendige experimentelle Verifizierung der theoretischen Ergebnisse ist ebenfalls für die nächste Projektphase in Zusammenarbeit mit den Teilprojekten an der TU München und TU Berlin geplant.

Literatur:

- /1/ M. Ihme, M. Breuer: Sound Prediction for a Turbulent Co-flowing Jet based on LES. *Proceedings LES for Acoustics, DLR Göttingen, Germany, 2002*
- /2/ Combustion Noise Initiative im WWW : < <http://www.combustion-noise.de/>>
- /3/ A. Kempf: *Large Eddy Simulation of Nonpremixed Flames*. Dissertationsschrift, TU Darmstadt, 2003
- /4/ M. Ochmann: The Source Simulation Technique for Acoustic Radiation Problems. *Acustica* 81, pp. 512-527, 1995
- /5/ M. Terracol, E. Manoha, C. Herrero, P. Sagaut: Airfoil Noise Prediction using Large Eddy Simulation, Euler Equations and Kirchhoff Integral. *Proceedings LES for Acoustics, DLR Göttingen, Germany, 2002*
- /6/ T.W. Wu, *Boundary Element Acoustics: Fundamentals and Computer Codes*, WIT Press, 2000
(Dipl.-Ing. Haike Brick, Dr.-Ing. Rafael Piscocya)

3.1.5 Optimierung mit subjektiven Zielfunktionen (Konzeption)

Optimierungsprobleme in der Technik und in den Naturwissenschaften beruhen meist auf der Erfüllung objektiver Kriterien, die direkt messbar bzw. quantifizierbar sind. Zum Beispiel sind bei der Optimierung eines Verbrennungsmotors Entscheidungen zu folgenden Parametern und Aspekten erforderlich:

- Hoher Wirkungsgrad
- Niedriger Brennstoffverbrauch
- Geringer Schadstoffausstoß, geringe Lärmemission
- Geringe Masse (Leichtbauweise), geringe Baugröße
- Langlebigkeit, Wartungsarmut und Wartungsfreundlichkeit
- Niedriger Herstellungspreis, niedriger Endverbraucherpreis, hoher Gewinn
- Recyclebar (Stoffkreislauf) u. a.

Trotz der scheinbaren Objektivität des Optimierungsprozesses bei diesem Motor (als Beispiel) muss auf dem Weg zur praktischen Realisierung des optimalen Motors eine Vielzahl von Entscheidungen durch den beurteilenden Menschen getroffen werden, so zum Beispiel:

- Was ist das Optimum bei diesem Motor für einen bestimmten Anwendungszweck?
- Welches Optimum wird von wem angestrebt (Hersteller, Endverbraucher, Servicedienst, globale Umwelt)?
- Wer entscheidet nach welcher Logik und mit welcher Begründung über die Rangfolge und die Bewertungsfaktoren der Einzelkriterien im gesamten Optimierungsprozess?
- In welchem Bereich der Pareto-Front sollte man bei einer Pareto-Optimierung das Gesamtoptimum ansiedeln?

Diese Fragen verdeutlichen, dass selbst bei Objekten mit überwiegend objektiven Optimierungskriterien aufgrund deren Vielfalt der Optimierungsprozess ein vom Menschen gesteuerter Abwägungsprozess ist. Somit spielen auch bei einer mehrkriteriellen, objektiven, technischen Optimierung subjektive Aspekte, die durch unterschiedlichste Randbedingungen geprägt sein können, eine gewisse, wenn nicht sogar eine bedeutsame bis entscheidende Rolle! Diese subjektiven Aspekte treten um so mehr in den Vordergrund, je umfangreicher die Anzahl der Optimierungskriterien (Mehrkriterialität) und je komplexer und unüberschaubarer das Optimierungsproblem ist.

Weit problematischer wird ein Optimierungsprozess, wenn neben den in der Regel noch übersehbaren einzelnen objektiven Zielfunktionen für Teilkriterien vorrangig subjektive Kriterien bis hin zu einem subjektiven Gesamtkriterium den Optimierungsprozess bestimmen, wenn also Faktoren eine Rolle spielen wie z. B. Zeittrends, Erwartungshaltungen, Werturteile, Gewohnheiten, Emotionen, Ästhetikempfinden sowie insbesondere Bewertungen mit den menschlichen Sinnen. Derartige Urteile können innerhalb einer Probandengruppe großen Differenzierungen unterliegen. Diese Differenzierung kann

an Breite zunehmen, wenn man bei einer subjektiven menschlichen Bewertung die Urteile von Laien mit unterschiedlichstem Bezug zum jeweiligen Optimierungsproblem und die von Experten gegenüberstellt.

Im Fachgebiet der Akustik gibt es zahlreiche Optimierungsprozesse mit subjektiven Zielfunktionen. Das klassische Beispiel dafür ist sicher die sog. „Gute Akustik“ eines Konzertsaaes hinsichtlich der Musikdarbietungen oder die Akustik eines Kongresssaaes oder Sprechtheaters hinsichtlich der optimalen Sprachverständlichkeit. Das akustische Optimum wird durch eine Gemeinsamkeit von objektiven wie auch von subjektiven Kriterien beschrieben. Wenn z. B. für Musikdarbietungen im Wesentlichen vier Gruppen von Kriterien zur Bewertung eines Konzertsaaes angewandt werden, gibt es bis heute noch keine eindeutige Verknüpfung zwischen dem objektiv messbaren Sachverhalt und der subjektiven Wertung (nach FASOLD). Diese vier Gruppen der Bewertungskriterien sind:

- Raumeindruck (zeitliche und räumliche Schallfeldstruktur),
- Durchsichtigkeit, Klangeinsatz, Echofreiheit (zeitliche Schallfeldstruktur),
- Lautstärke, Balance (dynamische Schallfeldstruktur),
- Klangfarbe (spektrale Schallfeldstruktur).

Weitere Beispiele für die Optimierung mit subjektiven Zielfunktionen in der Akustik sind:

- Optimale Anpassung von Hörgeräten an das Resthörvermögen eines Schwerhörigen
- Optimierung der Qualität sprachlicher Kommunikation
- Akustische Optimierung von Laminat-Fußböden (Gehschall, Trittschall)
- Subjektive Beurteilung der akustischen Qualität von Musikinstrumenten und Lautsprechern.

Optimierungen mit subjektiven Zielfunktionen gibt es aber nicht nur in der Akustik, sondern vor allem in den Wissenschaften mit menschbezogenen Problemen: bei Prozessen des Sehens, Hörens, Schmeckens, Riechens sowie bei Problemen der Gesundheit, im Krankheitsfall, bei Wohlbefindlichkeitsaspekten (z. B. Heizung, Lüftung, Klimatisierung), am Arbeitsplatz (Ergonomie), allgemein bei Genussproblemen und bei ästhetischen Problemen (z.B. Architektur).

Unter den Gesichtspunkten mehrkriterieller Optimierungsprozesse mit subjektiven, unscharfen Zielfunktionen, der Beurteilung des Optimums durch sog. Experten und sog. Laien und des sich in diesem Zusammenhang abzeichnenden interdisziplinären Forschungsfeldes zwischen der Akustik und der Psychologie ist ein Katalog erarbeitet worden, der interessante Fragestellungen auf diesem Gebiet erkennen lässt, so z. B.

- Worin genau besteht, etwa beim Beispiel der Konzertsaalakustik, das subjektive Kriterium für die Feststellung des optimalen Ergebnisses? Wie weit kann beim gegenwärtigen Wissensstand die Zielfunktion des Optimierungsprozesses objektiviert werden, welche Prädiktoren gibt es?
- Welche Prädiktoren sind wichtig für die subjektive Zielfunktion, welche sind weniger wichtig?
- Ist die subjektive Bewertung hinsichtlich der Zielfunktion nur der Ausdruck für einen noch nicht zu Ende geführten wissenschaftlichen Erkenntnisprozess?
- Ist ein subjektives Kriterium für das Ziel eines Optimierungsprozesses „besser“ oder „schlechter“ als ein objektives Kriterium?
- Welchen Einfluss hat die fachliche Qualifizierung der Probanden auf das optimale Ergebnis? Welche Differenzen gibt es aus den Urteilen von Experten und von Laien?
- Warum streuen häufig Expertenurteile ganz erheblich? Warum liegen die Laienurteile dichter bei einander?
- Warum finden Laien mit (meist: stark) begrenztem Fachwissen ähnlich gute Ergebnisse wie Experten? [siehe hierzu auch Modellspiele mit Börsenaktien]
- Können für die subjektive Optimierung mit Laienurteilen auch Modelle der „begrenzten Rationalität“ verwendet werden?
- Wie groß sollte bzw. muss eine Probandengruppe aus Experten oder Laien sein?
- Wie sollten zweckmäßige fachspezifische Kategorien für die Laienbefragung gestaltet werden? [Problematik der Fachtermini bzw. deren Übersetzung in Merkmalskategorien der Alltagssprache!]
- Sind Laien und Experten mit unterschiedlichen Methodiken zu befragen? Wie kann dabei gewährleistet werden, dass Befragungsergebnisse von Laien und Experten untereinander vergleichbar bleiben (Optimierungsaufgabe)?
- Es gibt objektive und subjektive Zielfunktionen.
Frage: Wie viel an subjektiven Aspekten gibt es bei objektiven Zielfunktionen?
Wie viel an objektiven Aspekten gibt es bei subjektiven Zielfunktionen?

Der Reiz des Forschungsfeldes der Optimierungen mit subjektiven Zielfunktionen liegt insbesondere darin, dass diese Art von Optimierungen den klassischen, exakten Optimierungsverfahren der Mathematik, der Natur- und Technikwissenschaften offensichtlich diametral gegenüberliegt, z. B. hinsichtlich der Klarheit der Methodik und der formulierbaren Optimierungskriterien, hinsichtlich der Exaktheit und der Reproduzierbarkeit der Aussagen. Es müsste dabei auch die gelegentlich geäußerte Vermutung aufgeklärt werden, ob letztlich subjektive Optimierungen noch nicht zu Ende geführte wissenschaftliche Erkenntnisprozesse mit klar festlegbaren objektiven Kriterien darstellen.

(Prof. P. Költzsch, Dr. V. Bormann)

3.1.6 Zusammenhang zwischen den Oberflächendruckschwankungen an der Plattenhinterkante und dem Fernfeldschalldruck bei überströmten Platten, Profilen u. ä.

Das Projekt befasst sich mit einem analytischen Berechnungsverfahren für die Ermittlung des Zusammenhangs zwischen den Wanddruckschwankungen in der Nähe der Hinterkante und dem Fernschallfeld. Der Vorteil besteht insbesondere darin, dass damit sehr verschiedenartig gewonnene Daten über die Wanddruckfelder verwendet werden können, und zwar

- empirische/halbempirische Modelle für die Wanddruckfelder: nach Corcos, Ffowcs Williams, Smol'yakov-Tkachenko, Chase;
- Wanddruckfelder aus numerischen Simulationen, z. B. aus LES, LEE mit SNGR u. a.;
- Wanddruckfelder aus der Literatur, meist Messergebnisse zu den turbulenten Druckschwankungen bei überströmten Oberflächen, Umströmungskörpern und Abreißgebieten

Mit der Technik der Greenschen Funktionen ergibt sich für das Schalldruckspektrum im Fernfeld (allgemein)

$$\begin{aligned} \bar{p}(\vec{r}, \omega) = & \frac{1}{4\pi} \iiint_V \frac{\partial^2 \tilde{T}_{ij}(\vec{r}_0, \omega)}{\partial y_i \partial y_j} G(\vec{r}, \vec{r}_0, \omega) dV(\vec{r}_0) + \\ & + \frac{1}{4\pi} \iint_S \left(G(\vec{r}, \vec{r}_0, \omega) \frac{\partial \bar{p}(\vec{r}_0, \omega)}{\partial n} - \bar{p}(\vec{r}_0, \omega) \frac{\partial G(\vec{r}, \vec{r}_0, \omega)}{\partial n} \right) dS(\vec{r}_0). \end{aligned}$$

bzw. mit zahlreichen Näherungen (siehe Jahresbericht 2002)

$$\bar{p}(\vec{r}, \omega) = -\frac{1}{2\pi} \iint_{S_c} \bar{p}_t(\vec{r}_0, \omega) \frac{\partial G(\vec{r}, \vec{r}_0, \omega)}{\partial y_0} dS(\vec{r}_0)$$

Die Integration wird auf der Kontrolloberfläche S_c ($x_0 > 0, y_0 = 0, -L_z/2 < z_0 < L_z/2$) vorgenommen; im Integranden steht der turbulente Wechseldruck auf dieser Oberfläche.

Mit der Greenschen Funktion für die halbumendliche Platte (nach FLOWCS WILLIAMS / HALL) wird das Integral für das Spektrum des Fernfeldschalldruckes für den Fall der inhomogenen und der homogenen Turbulenz berechnet.

Für den Fall der homogenen Turbulenz werden die Modelle für die turbulenten Wanddruckfelder von Corcos, Ffowcs Williams, Smol'yakov-Tkachenko und Chase benutzt:

Beziehungen für das Wellenzahl-Frequenzspektrum $\Phi_p(k_x, k_z, \omega)$ des Druckes:

Corcos model:

$$\Phi_p(k_x, k_z, \omega) = P_t(\omega) \frac{\beta_x \beta_z / \pi^2}{\left[(k_x U_c / \omega - 1)^2 + \beta_x^2 \right] \left[(k_z U_c / \omega)^2 + \beta_z^2 \right]},$$

Ffowcs Williams model:

$$\Phi_p(k_x, k_z, \omega) = P_t(\omega) \left[(k_x^2 + k_z^2)^{1/2} U_c \omega \right]^2 \frac{\beta_x \beta_z / \pi^2}{\left[(k_x U_c / \omega - 1)^2 + \beta_x^2 \right] \left[(k_z U_c / \omega)^2 + \beta_z^2 \right]}.$$

Chase model:

$$\Phi_p(k_x, k_z, \omega) = \rho^2 v_*^3 \left[c_M k_x^2 K_M^{-5} + c_T (k_x^2 + k_z^2) K_T^{-5} \right],$$

$$K_i^2 = (\omega - U_c k_x)^2 / (h_i v_*)^2 + (k_x^2 + k_z^2) + (b_i \delta)^{-2}, \quad i=M, T,$$

Smol'yakov & Tkachenko model:

$$\Phi_p(k_x, k_z, \omega) = 0.025 P_t(\omega) A(\omega) h(\omega) (U_c / \omega)^2 [F(k_x, k_z, \omega) - \Delta F(k_x, k_z, \omega)]$$

$$A(\omega) = 0.124 [1 - 0.2 / \omega^* + (0.2 / \omega^*)^2]^{1/2}, \quad \omega^* = \omega \delta^* / U$$

In diesen Modellen wird für das Frequenzspektrum des turbulenten Druckes $P_t(\omega)$

$$P_t(\omega) = \frac{(\rho v_*^2)^2}{U / \delta_*} \frac{(\omega \delta_* / U)^2}{[(\omega \delta_* / U)^2 + \alpha_p^2]^{3/2}} \quad \text{gesetzt.}$$

Für bestimmte Strömungsfälle wurden die Fernfeld-Schalldruckspektren für verschiedene Wanddruckmodelle berechnet. Dabei zeigen alle Modelle sehr ähnliche Ergebnisse: der Hinterkantenlärm wird durch die konvektiven Wanddruckkomponenten beherrscht, die erfahrungsgemäß durch alle Modelle gleich gut beschrieben werden.

Das Spektrum $P(\vec{r}, \omega)$ fällt mit wachsender Frequenz ab, es zeigt zahlreiche Minima. Diese Minima folgen aus den Nullstellen der z-Komponente der Transferfunktion $|\tilde{T}(\vec{r}, k_x, k_z, \omega)|^2$. Der spektrale Abfall wird auf die Verminderung der turbulenten Wirbelenergie mit dem Abfall der Wirbelgröße zurückgeführt. Die berechneten Richtcharakteristiken des Hinterkantenlärms stimmen mit Literaturangaben (HOWE, OBERAI u. a.) gut überein.

Für den Fall des Profils endlicher Länge gibt es bisher nur numerische Lösungen (z. B. Oberai, Ewert); analytische Lösungen sind für dieses Problem, bis auf die Punktquellenlösung von HOWE, noch nicht entwickelt worden. Es wird der Vorschlag entwickelt, die Beziehungen von HOWE für die Greensche Funktion der endlichen Platte in die hier in diesem Projekt abgeleiteten Beziehungen für das Schalldruckspektrum im Fernfeld einzusetzen.

(Dr. A. O. Borisjuk, Prof. P. Költzsch)

3.1.7 Einfluss von Gehörschäden auf die ergonomische und akustische Qualität von Arbeitsplätzen – Bestandsaufnahme –

Die Untersuchungen zum Einfluss von Gehörschäden auf die ergonomische und akustische Qualität von Arbeitsplätzen wurden abgeschlossen.

Ein Hauptpunkt der Untersuchungen war die Bestandsaufnahme und Prüfung der Leistungsfähigkeit gegenwärtig vorliegender Modelle zur Vorhersage der Sprachverständlichkeit und ihre Bewertung unter verschiedenen Randbedingungen.

Bei den recherchierten Modellansätzen wurden unterschiedliche Auffassungen deutlich, inwieweit spezielle Randbedingungen Modifikationen der Modelle erfordern, z.B. bei Personen mit nichtlinearen Hörbeeinträchtigungen, bei zeitlich strukturierten Störgeräuschen oder hohen Nachhallzeiten. Nutzer der Modelle sind letztlich aufgefordert, für ihren speziellen Anwendungsfall nach geeigneten Eingangsvariablen selbst zu suchen, z.B. bzgl. der Gewichtung der Frequenzbänder zur Spracherkennung. Gleiches trifft zu für die Interpretation der rechnerisch ermittelten Vorhersagewerte der prozentualen Sprachverständlichkeit von Sätzen, Mehrsilbern und Einsilbern. Bevorzugt werden sollten Modelle, die eine möglichst schmalbandige Bewertung aller Eingangsvariablen für die Berechnungsprozedur, z.B. Terzband, zulassen.

In der Schlussphase der Untersuchungen wurden zu drei ausgewählten Vorhersageverfahren Beispielrechnungen durchgeführt und diese hinsichtlich ihrer Aussagen verglichen. Unter den vereinbarten Randbedingungen lieferten alle drei Verfahren für die angenommenen Hörverluste eine differenzierte Aussage zur erwartenden Sprachverständlichkeit.

Dabei zeigen die Ergebnisse für das Verfahren SII (Speech Intelligibility Index = Sprachverständlichkeitsindex) die geringsten Unterschiede in der Prognose. Der Artikulationsindex (AI) liefert hingegen eine nahezu überproportionale Aufweitung der Sprachverständlichkeitsunterschiede. Das Verfahren STI (Speech Transmission Index = Sprachübertragungsindex) scheint dahingegen eine deutliche Differenzierung vorzunehmen, ohne die Unterschiede überzubewerten. Es stellt damit für die vorliegenden Ausgangsdaten eine der am besten geeigneten Möglichkeiten zur objektiven Ermittlung der Sprachverständlichkeit dar.

(Dr. G. Fuder, Dr. V. Bormann, Dipl.-Ing. R. Heinecke-Schmitt)

3.1.8 Bewertung von Gehschall auf Laminatfußböden

Im Gegensatz zu dem in der Bauakustik üblichen Begriff „Trittschall“, der die Schallübertragung beim Begehen von Fußböden in benachbarte Räume, insbesondere darunter liegende Räume charakterisiert, bringt der Begriff „Gehschall“ die im begangenen Raum wahrzunehmende unmittelbare Schallentstehung bzw. -abstrahlung zum Ausdruck.

Mit der stark zunehmenden Produktion und Verbreitung von Laminaten als Fußbodenbeläge, die aufgrund ihrer in der Regel harten Oberfläche ein lautes Gehgeräusch bewirken, wird der erzeugte Gehschall beim Betreten des Laminats neben Eigenschaften wie Dekor, Farbe, Glanz, Haltbarkeit, Pflegeaufwand usw. verstärkt zu einem Qualitätsmerkmal für den Käufer.

Der Industriezweig für Fußbodenlaminat ist bestrebt, seine Produkte unter verschiedenen Gesichtspunkten zu optimieren. Ein Optimierungskriterium ist dabei u.a. zunehmend das Geräusch beim Begehen des Fußbodens. Hierzu bestanden und bestehen Diskrepanzen bei der Vorgehensweise zur Beurteilung des Gehgeräusches.

Dabei standen die Fragen:

- Soll die Bewertung nach objektiven, also messbaren Kriterien erfolgen? Diese wären insbesondere a) die Lautstärke, wobei hier schon Uneinigkeit besteht, ob Schalldruckpegel oder Lautheit das geeignetere Maß ist, und b) das erzeugte Frequenzspektrum (Klangfarbe).
- Wenn eine Bewertung nach objektiven (messbaren) Kriterien erfolgt, ist dann der Einsatz genormter technischer Hilfsmittel, z.B. ein Normhammerwerk oder ein Gehsimulator zu bevorzugen, um subjektive Einflüsse zu eliminieren (wobei die zu definierenden Eigenschaften eines Gehsimulators bereits wieder auf subjektiven Entscheidungen basieren würden) *oder*
- Sollte man eine größere Population von Testläufern, möglichst noch mit unterschiedlichem Schuhwerk, das Laminat begehen lassen, wobei zur Ermittlung eines aussagefähigen Durchschnitts jede Testperson mit jedem Schuhwerk den Belag mehrfach begehen müsste?
- Welchen Wert bringen subjektive Bewertungen von Testpersonen, die das originale oder das auf Tonträger aufgezeichnete Gehgeräusch hören und nach individuellen Urteilkriterien einstufen? Welches sind dann die subjektiven Zielfunktionen? (Die Industrie bevorzugt übrigens die objektive Bewertung.)

Für objektive Bewertungsverfahren existiert ein Standard, zu welchem derzeit eine Überarbeitung diskutiert wird. Auf diesem bauen auch unterschiedliche Werksnormen zur Beurteilung der Laminat mit Hilfe von Testläufern auf.

Danach ist eine in der Größe festgelegte Testfläche auf definiertem Unterbau mit vorgegebenem Schuhwerk (Schuhgröße, Absatzhöhe und Sohlenmaterial) 15 mal zu begehen. Gemessen werden jeweils nur vom ersten auf das Laminat aufgesetzten Schritt der A-bewertete Gesamtschalldruckpegel und das Frequenzspektrum zwischen 20 Hz und 22 kHz mit einer getriggerten Auslösung des Messvorganges nach einem Pegelaufbau von 50 dB bei $f = 1$ kHz und einer Mittelungsdauer von 100 ms. Nun ist aber ein einzelner „natürlicher“ Schritt, kritischer noch ein simulierter Schritt oder gar das Geräusch eines Normhammerwerkes, nicht vergleichbar mit einem natürlichen rhythmischen Gehgeräusch aus mehreren Schrittpaaren und von unterschiedlichen Personengruppen.

Methodik der Probanden-Hörtests

Bei einer im Auftrag des Institutes für Holztechnologie Dresden gGmbH durch das IAS zu entwickelten Methodik für die Erfassung und Auswertung von subjektiven Urteilen über Gehgeräusche wurde folgende Vorgehensweise gewählt.

Von 16 unterschiedlichen Laminaten wurden Laufgeräusche von Begehungen durch immer die gleiche Testperson mit immer dem gleichen Schuhwerk (Absatzschuhe mittlerer Höhe) mittels Kunstkopf auf DAT-Recorder aufgezeichnet. Je Laminat wurde die Testfläche 15 mal nacheinander begangen, wobei auf dem Laminat immer drei Einzelschritte (1 ½ Schrittpaare links – rechts – links) erfolgten. Parallel hierzu wurde jeweils der erste Schritt auf dem Laminat akustisch analysiert, also Pegel und Frequenzspektrum aufgezeichnet.

Aus diesen Aufnahmen wurden 8 Laminare ausgewählt, die subjektiven Hörtests zur Bewertung unterzogen werden sollten. Für das Testmaterial wurde aus den 15 Begehungen je Laminat jene ausgewählt, die in etwa einen mittleren Pegel und einen mittleren Frequenzverlauf repräsentieren sowie eine gut rhythmische Schrittfolge der drei Einzelschritte aufwiesen. Aus dieser Begehung wurden die ersten beiden Einzelschritte (ein Schrittpaar) ausgeschnitten und diese beiden Schritte zu einer Folge von 5 Schrittpaaren zusammengefügt, was ein annähernd natürliches und gut bewertbares Gehgeräusch ergab.

Diese 8 Schrittfolgen auf 8 unterschiedlichen Laminaten wurden mit entsprechenden Ansagen in Form eines Paarvergleiches (jedes mit jedem) auf einer CD aufgezeichnet. Zusammen mit einer Instruktion wurde diese ca. 70 Testpersonen für einen Hörtest zur Bewertung des Klanggeräusches bereitgestellt. Zu bewerten waren die empfundene Lautstärke (lauter – gleich laut – leiser), die empfundene Klangfarbe (heller – gleich hell – tiefer) und das generelle Klangempfinden (angenehmer – gleich angenehm – unangenehmer).

Ergebnisse der Probanden-Hörtests

Die Beurteilungsergebnisse zu den Kriterien **Lautstärke** und **Klangfarbe** fielen zwischen allen Testpersonen recht eindeutig aus und repräsentierten die gemessenen Werte. Demgegenüber unterliegt das Kriterium Klangempfinden (Angenehmheit) einer sehr großen Streuung und belegt, dass es zwischen dem messbaren Kriterium Tonhöhe (Klangfarbe) und dem nur subjektiv bewertbaren Kriterium „Angenehmheit“ keine eindeutige Zuordnung gibt.

Aus den acht zu bewertenden Laminaten wurden von 80% der Testpersonen fünf Laminare hinsichtlich des **Klangempfindens** als die angenehmeren bewertet.

Der Vergleich der Messergebnisse der **Lautstärke** und deren subjektive Beurteilung durch die Testpersonen zeigt eine hohe Übereinstimmung. Es scheint, hinsichtlich des Gesamtergebnisses, die Angenehmheit des Gehschalls am meisten zu beeinflussen. Zu 40% war das angenehmste Klangempfinden mit dem am niedrigsten gemessenen Pegel sowie der am geringsten empfundenen Lautstärke gleichzusetzen (vgl. Bild 1).

Die subjektive Beurteilung der **Klangfarbe** (Tonhöhe tiefer – heller) entspricht zwar ebenfalls sehr gut den Messergebnissen des Frequenzspektrums, ist jedoch als Bewertungsmaßstab für die Beurteilung des subjektiven Klangempfindens, welches die empfundene Angenehmheit des Gehgeräusches zum Ausdruck bringt, sehr individuell differenziert, also unscharf. Sie belegt, dass es insbesondere zwischen dem messbaren Kriterium Klangfarbe und dem nur subjektiv bewertbaren Kriterium „Angenehmheit“ keine eindeutige Zuordnung gibt. Von den acht möglichen Rängen für die Zuordnung des angenehmsten Gehgeräusches wurden auch alle acht belegt. Der Durchschnitt liegt aber tendenziell dennoch im höheren Frequenzbereich. Beim Hinterfragen der angelegten Urteilsmerkmale für das Kriterium „Klangempfinden“ wurde deutlich, dass unterschiedliche individuelle Vorlieben für die Tonhöhe ausschlaggebend waren, womit diese Zielfunktion somit einer erheblichen individuellen Unschärfe unterliegt.

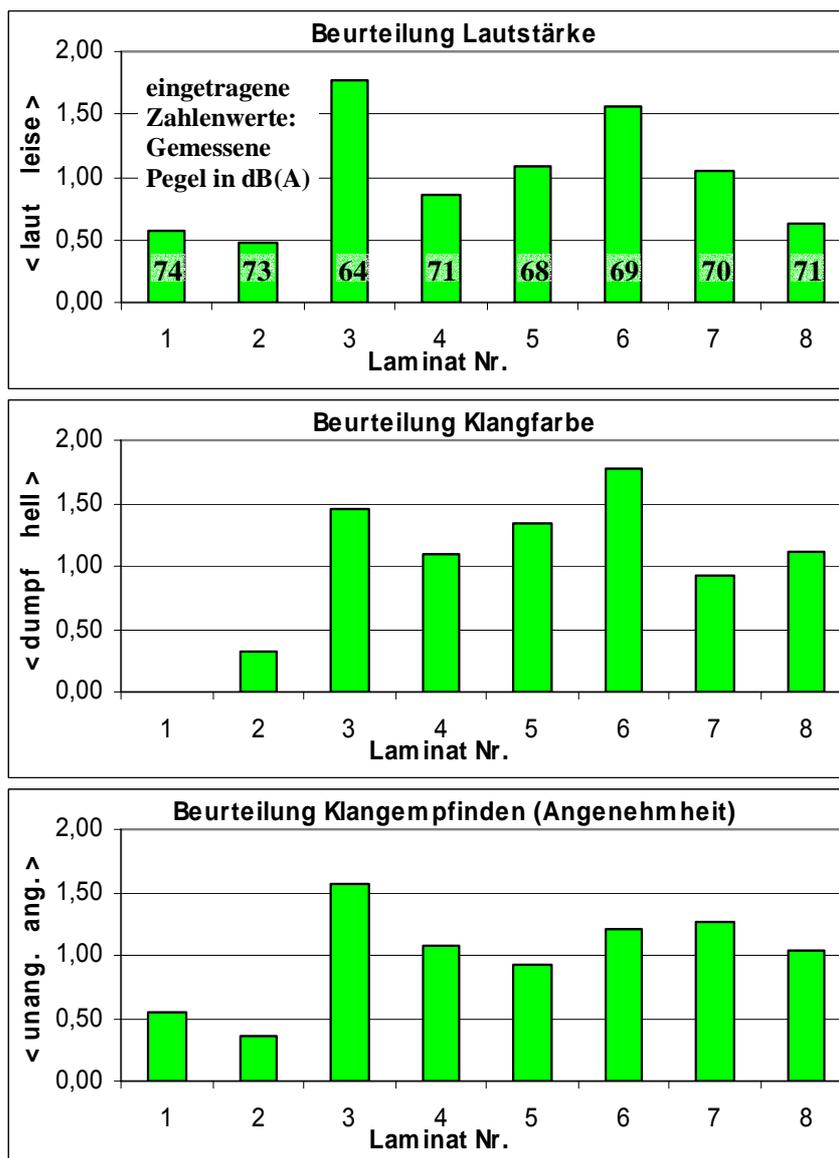


Bild 1: Subjektive Bewertung von Gehgeräuschen auf 8 Laminatböden

(Dr. V. Bormann, Dr. E. Sarradj)

3.1.9 Grenzwerte für die Gehörbelastung durch Lautsprecherbeschallung

(Anteil der Gehörbelastung durch Beschallungsanlagen an der alltagsüblichen Gesamtbelastung des Gehörs)

Bei der Überarbeitung der Norm DIN 15 905, Teil 5 „Tontechnik in Theatern und Mehrzweckhallen“ ist u. a. zu prüfen, ob der Erfassungsalgorithmus für den Beurteilungspegel zur Kontrolle der Gehörgefährdung des Publikums neueren Erkenntnissen standhält. In diesem Zusammenhang ist auch der angegebene Grenzwert zu überdenken, der 99 dB(A) über eine Expositionszeit von zwei Stunden je Konzertbesuch zulässt.

Ziel der Studie war es, für 2-stündige Schalleexpositionen bei Konzertbesuchen, deren Häufigkeit zunächst nicht näher quantifiziert ist, im Zusammenhang mit sonstigen Schalleexpositionen die Wirkung hinsichtlich einer Hörbeeinträchtigung nach ISO 1999 (1990) abzuschätzen.

Für die nachfolgende Darstellung wurden aus 20 berechneten und gegenübergestellten unterschiedlichen Szenarien von Populationen mit arbeitsbedingter Lärmbelastung und ohne diese, mit verschie-

denen Freizeitgewohnheiten und differenzierter Nutzung von privaten und öffentlichen Verkehrsmitteln zwei statistisch typische Beispiele (Szenarien) ausgewählt. Betrachtet wird eine männliche Grundpopulation im Alter von 50 Jahren, welche in eine Teilpopulation (a) ohne vorangegangene arbeitsbedingte Lärmbelastung und in eine Teilpopulation (b) mit vorangegangener arbeitsbedingter Lärmbelastung bei einer täglichen Exposition von 85 dB(A) mit 8 Stunden pro Arbeitstag, 5 Arbeitstagen pro Woche und 44 Arbeitswochen pro Kalenderjahr unterteilt ist. Als zurückliegende Expositionsdauer sind für beide Teilpopulationen 30 Jahre angenommen. Der Berechnung liegt in Anlehnung an die Beispielabschätzung aus ISO 1999, Anhang D die Frequenzkombination von 1 kHz, 2 kHz und 4 kHz zugrunde. Es wurden jeweils die Fraktile $Q = 0,90$, $Q = 0,50$ und $Q = 0,10$ berechnet. Das für diese Berechnungen erstellte Excel Programm gestattet es, alle Eingangsvariablen nach ISO 1999 (Geschlecht, Lebensalter, mittlere tägliche Schallexposition, vorangegangene Expositionsdauer, Fraktile (0,05 bis 0,95) und Frequenzkombinationen entsprechend den interessierenden Expositionsbedingungen) frei zu wählen.

Berechnungsergebnisse expositionsbedingter Hörschwellenverschiebungen:

Grundpopulation: männlich, Alter 50 Jahre, ausgesetzter Lärmexposition über 30 Jahre mit 44 Wochen pro Jahr von ≥ 60 dB(A)	
Teilpopulation a: keine berufsbedingte Lärmexposition	Teilpopulation b: mit berufsbedingter Lärmexposition von $L_{Aeq} = 85$ dB über 8 h / Tag = 40 h / Woche
1x Konzert/Woche, je 2 h mit $L_{Aeq}=99$ dB → $L_{Aeq, 1 \text{ Jahr}} = 79,1$ dB, $L_{EX, 8h}=85,5$ dB(A) NIPTS _{0,90} * = 2 dB NIPTS _{0,50} * = 3 dB NIPTS _{0,10} * = 4 dB	nur berufsbedingte Exposition wie oben → $L_{Aeq, 1 \text{ Jahr}} = 78,1$ dB, $L_{EX, 8h}=84,5$ dB(A) NIPTS _{0,90} * = 2 dB NIPTS _{0,50} * = 2 dB NIPTS _{0,10} * = 3 dB
2 x Konzert/Woche, je 2 h mit $L_{Aeq}=99$ dB → $L_{Aeq, 1 \text{ Jahr}} = 82,0$ dB, $L_{EX, 8h}=88,5$ dB(A) NIPTS _{0,90} * = 3 dB NIPTS _{0,50} * = 5 dB NIPTS _{0,10} * = 7 dB	berufsbedingte Exposition wie oben zzgl. 1 x Konzert/Woche, je 2 h mit $L_{Aeq}=99$ dB → $L_{Aeq, 1 \text{ Jahr}} = 81,6$ dB, $L_{EX, 8h}=88,0$ dB(A) NIPTS _{0,90} * = 3 dB NIPTS _{0,50} * = 5 dB NIPTS _{0,10} * = 7 dB

* NIPTS = Noise Induced Permanent Threshold Shift mit angegebenem Fraktile (Expositionsbedingte dauerhafte Hörschwellenverschiebung)

Die Ergebnisdarstellung macht deutlich, dass unter den bei „Grundpopulation“ beschriebenen gleichen Voraussetzungen der beiden Teilpopulationen bei Population (a) ohne vorangegangene Arbeitstätigkeit bzw. ohne vorangegangene arbeitsbedingte Lärmexposition ≥ 60 dB(A) bei einem wöchentlichen Konzert- oder Diskothekenbesuch in 44 Wochen pro Jahr mit jeweils (nur!) 2 Stunden und 99 dB(A) eine leicht höhere Gehörschädigung zu erwarten ist, als dies bei 44-wöchiger Arbeitstätigkeit pro Jahr mit 5 x 8 Stunden pro Woche und 85 dB(A) (Population b) der Fall ist.

Offen bleibt bei diesen Betrachtungen, ob und mit welcher Zuverlässigkeit ISO 1999 für zeitlich länger auseinanderliegende Exposition tauglich ist oder ob die langen Expositionspausen von jeweils einer Woche einen Erholungseffekt bewirken, der die Gehörschädigung nicht in dem Ausmaß ausprägen lässt, wie sie nach ISO 1999 berechnet wurde.

Unter der Annahme, dass zumindest näherungsweise die Vorausberechnung des zu erwartenden Gehörschadens nach ISO 1999 Gültigkeit besitzt, bleiben bei der Grenzwertfestlegung für öffentliche Musikveranstaltungen von 99 dB(A) folgende Bedenken bzw. Hypothesen im Raum:

1. Es gibt keine Festlegung, wie häufig (pro Woche, pro Monat, pro Jahr) der Besuch einer Musikveranstaltung über 2 Stunden bei 99 dB(A) gesundheitlich unbedenklich ist.
2. Bei einem wöchentlichen Besuch einer Musikveranstaltung mit angenommener achtwöchiger Abstinenz pro Jahr, was durchaus, zumindest bei einem Großteil Jugendlicher, unter dem Schnitt liegen dürfte, und bei keinerlei sonstiger Lärmexposition liegt der Expositionspegel $L_{EX, 8h}$ und ebenfalls der zu erwartende durch Lärm hervorgerufene Gehörschaden $NIPTS_{50}$ über dem einer berufstätigen Population bei 220 Arbeitstagen im Jahr zu je 8 Stunden bei 85 dB(A) und sonst ebenfalls keinerlei weiterer Exposition, womit der Grenzwert als noch nicht ausreichend zu betrachten wäre.

3. Wird davon ausgegangen dass in den zurückliegenden Jahren das Eintrittsalter der Jugendlichen in Diskotheken deutlich gesunken ist und somit bis zum erreichten fünfzigsten Lebensjahr die Anzahl der Expositionsjahre steigen wird, wäre auch mit einer noch höheren Gehörschädigung zu rechnen.
4. Die Nutzung mobiler Musikabspielgeräte insbesondere bei Kindern und Jugendlichen lässt die Expositionsdauer und somit das Schadensrisiko weiter anwachsen.
5. Die Annahme einer nichtberufstätigen Population ohne sonstige Lärmexposition außer der des Besuches von Musikveranstaltungen ist als Extremfall und nicht als praxisüblich zu betrachten. Der Normalfall Arbeitstätigkeit und Besuch von Musikveranstaltungen bei unterschiedlichster Häufigkeit und Nutzung mobiler Musikabspielgeräte sowie Exposition durch sonstigen fremd- oder selbstverursachten Lärm (allgemeiner Verkehrslärm, Kradfahren, Gartenarbeit, Haushaltgeräte usw.) lässt in Summe im anderen Extrem einen höheren Expositionspegel und somit auch ein höheres Risiko einer NIPTS befürchten.
6. Durch unterschiedlichste Hörgewohnheiten, die statistisch nur unzureichend genau und sicher auch subjektiv vielfach nur verfälscht erfasst werden können, erweist es sich als überaus schwierig (oder auch nicht realisierbar), die Gültigkeit der ISO 1999 für Arbeits- und Freizeitlärm inklusive Exposition durch Musikveranstaltungen zu verifizieren.

(Dr. G. Fuder, Dr. V. Bormann)

3.1.10 Historische Fragmente zur Akustik: Arbeiten auf dem Gebiet der Akustik von Hermann von HELMHOLTZ

Im Zusammenhang mit historischen Studien zum Fachgebiet der Akustik wurde die Bedeutung von Hermann von Helmholtz für die Akustik daran gemessen, welche Ergebnisse seiner Forschungen heute noch mit seinem Namen verknüpft sind. Das ist sicher keine umfassende Würdigung von Helmholtz für das Fachgebiet, aber eine solche Betrachtung zeigt in besonderer Weise, welche Arbeitsergebnisse von Helmholtz noch heute gültig sind und in ihrer Bedeutung mehr als ein Jahrhundert überdauert haben.

- **HELMHOLTZ-Gleichung**

(Aus: Helmholtz, H.: Theorie der Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden. 1859. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 80)

Gleichung für das Geschwindigkeitspotential
$$\frac{d^2\Psi'}{dx^2} + \frac{d^2\Psi'}{dy^2} + \frac{d^2\Psi'}{dz^2} + k^2\Psi' = 0$$

In moderner Darstellung: Wellengleichung (nach Morse/Feshbach)
$$\frac{\partial^2\gamma}{\partial x^2} + k^2\gamma = 0$$

Vector HELMHOLTZ equation, Scalar HELMHOLTZ equation (nach Morfey)

“Reduced wave equation” or HELMHOLTZ-Gleichung $(\nabla^2 + k^2)G(\vec{x} - \vec{y}) = \delta(\vec{x} - \vec{y})$

- **HELMHOLTZ-Integralgleichung**

(Aus: Helmholtz, H.: Theorie der Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden. 1859. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 80)

$$\int \Psi \frac{d}{dn} \left(\frac{\cos kr}{r} \right) d\omega - \int \frac{d\Psi}{dn} \frac{\cos kr}{r} d\omega = 4\pi\Psi_\alpha$$

„Somit lässt sich jede stetige und eindeutige Function Ψ , welche in allen Theilen des Raumes S der Gleichung $\nabla\Psi + k^2\Psi = 0$ genügt, als Geschwindigkeitspotential von Erregungspunkten ausdrücken, die bloss längs der Oberfläche von S ausgebreitet sind.“

In moderner Darstellung (nach Blake):

HELMHOLTZ-Integralgleichung (mit Volumen- und Oberflächenintegral):

$$p(\vec{x}, \omega) = \iiint_{V_0} \frac{\partial^2 T_{ij}(\vec{y}, \omega)}{\partial y_i \partial y_j} \frac{e^{ikr}}{4\pi r} dV(\vec{y}) + \iint_S \left\{ \frac{e^{ikr}}{4\pi r} \frac{\partial p}{\partial n} - p(\vec{y}, \omega) \frac{\partial}{\partial n} \left(\frac{e^{ikr}}{4\pi r} \right) \right\} dS(\vec{y})$$

- **HELMHOLTZ-Resonator**
Von wissenschaftshistorischem Interesse: Lord Rayleigh: The Theory of the Helmholtz Resonator. Proc. of the Royal Soc. London. Ser. A. Vol. 92, Issue 638 (1916), 265 – 275
- **HELMHOLTZ-Resonanzabsorber**
- **HELMHOLTZ-Filter**
- **HELMHOLTZsche Vokaltheorie**
- **HELMHOLTZsches Gesetz in der psychologischen Akustik**
Die Klangfarbe eines Tongemisches ist unabhängig von den Phasenwinkeln der einzelnen Teiltöne. (siehe dazu auch: Helmholtz, H. v.: Telephon und Klangfarbe. Monatsberichte der Königlich-Preußischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 11. Juli 1878, S. 488 – 500)
- **Reziprozitätsgesetz nach HELMHOLTZ**
(Aus: Helmholtz, H.: Theorie der Luftschwingungen in Röhren mit offenen Enden. 1859. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Band 80)
"Wenn in einem mit Luft gefüllten Raume, der theils von endlich ausgedehnten festen Körpern begrenzt, theils unbegrenzt ist, im Punkte a Schallwellen erregt werden, so ist das Geschwindigkeitspotential derselben in einem zweiten Punkte b ebenso gross, als es in a sein würde, wenn nicht in a, sondern in b Wellen von derselben Intensität erregt würden. Auch ist der Unterschied der Phasen des erregenden und erregten Punktes in beiden Fällen gleich."
- **KELVIN-HELMHOLTZ-Instabilität**
Instabilität zweier Strömungen unterschiedlicher Geschwindigkeit und Dichte, die durch eine Grenzfläche getrennt sind
- **HELMHOLTZsche -Wirbelsätze**
(Aus: Helmholtz, H.: Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen. 1858. Ostwalds Klassiker der exakt. Wiss., Band 79)
In moderner Darstellung (nach Kneubühl):
Wirbelsatz 1: Im Inneren eines Fluids können keine Wirbel beginnen oder enden.
Wirbelsatz 2: Wirbel enthalten zu jeder Zeit die gleichen Teilchen.
Wirbelsatz 3: Die Zirkulation ist für jeden Wirbelquerschnitt senkrecht zum Wirbelfaden konst.
- **HELMHOLTZscher Hauptsatz der Vektoranalysis** (nach Großmann)
Ein Vektorfeld lässt sich unter bestimmten Voraussetzungen additiv in einen wirbelfreien und einen quellenfreien Anteil zerlegen.
HELMHOLTZ decomposition theorem (nach Howe, Morse/Feshbach)
 $\vec{u} = \nabla\Phi + \text{curl}\vec{H}$, Φ skalares Potential ($\text{curl grad}\Phi = 0$), \vec{H} Vektorpotential ($\text{div curl}\vec{H} = 0$)
- **HELMHOLTZ-Gleichung**
In russischen Publikation und bei russischen Wissenschaftlern wird die Wirbeltransportgleichung in der Strömungsmechanik als HELMHOLTZ-Gleichung bezeichnet (nach Albring):
$$\frac{\partial \vec{\omega}}{\partial t} - \text{rot}(\vec{v} \times \vec{\omega}) + \nu \text{rot rot} \vec{\omega} = 0$$
- **HELMHOLTZ-Zahl**
Die Bezeichnung HELMHOLTZ-Zahl als Ähnlichkeitskennzahl, als dimensionslose Größe in der Akustik, wurde erstmals von Lothar Cremer 1970 verwendet:
Cremer, L.: The Second Annual Fairey Lecture (1970): The treatment of fans as black boxes. Journal of Sound and Vibration 16 (1971) 1, pp. 1-15
Darstellungen der HELMHOLTZ-Zahl als dimensionslose Größe:
Verhältnis von Längen, Verhältnis von Zeiten, Verhältnis von Kräften (Trägheitskraft zur Druckkraft), Verhältnis von Wellenlängen bei gekoppelten Wellenleitern, bekannte dimensionslose Größe in der Akustik: $He = kr, kR, kx$) (nach L. CREMER)
- **HELMHOLTZ und die akustische Ähnlichkeit**
Helmholtz, H. v.: Über ein Theorem, geometrisch ähnliche Bewegungen flüssiger Körper betreffend, nebst Anwendung auf das Problem, Luftballons zu lenken. 1873.
Monatsber. der Königl. Preuß. Akademie der Wiss. zu Berlin, 26. Juni 1873, S. 501 - 514
„Schallschwingungen einer compressiblen Flüssigkeit werden in weiteren Räumen mechanisch ähnlich verlaufen können, wie schnellere Oscillationen einer weniger compressiblen Flüssigkeit in engeren Räumen.“
- Von Interesse ist auch, dass Hermann von Helmholtz beide Bände von Lord Rayleigh's „Theory of Sound“ rezensiert hat, und zwar in:
Nature 17 (1878, 24. Jan.) 237 – 239
Nature 19 (1878, 12. Dez.) 117 – 118

(Prof. P. Költzsch)

3.1.11 Textile Verstärkungen für Hochleistungsrotoren in komplexen Anwendungen

Die Arbeiten entstanden im Rahmen der DFG-Forschergruppe „Textile Verstärkungen für Hochleistungsrotoren in komplexen Anwendungen“. Den Grundwerkstoff der Forschergruppe, die von insgesamt 8 Teilprojekten der Bereiche Textiltechnik, Leichtbau, Maschinenbau und Messtechnik verkörpert wurde, bilden Faserverbunde auf der Basis von CF/PEEK-Hybridfasern. Im Berichtsjahr wurden die Arbeiten, die über einen Zeitraum von 6 Jahren von der DFG gefördert wurden, abgeschlossen. Die Hauptaufgabe des Teilprojektes 6, welches am IAS bearbeitet wurde, bestand darin, Messtechnik in den Hochleistungsrotor zu integrieren. Eine weitere Funktion bestand in der messtechnischen Begleitung des Gesamtprojektes.

In der Praxis werden die Dehnungszustände von belasteten Objekten hauptsächlich mit Dehnungsmessstreifen oder spannungsoptischen Oberflächenschichtverfahren bestimmt.

Diese Verfahren haben den entscheidenden Nachteil, dass nur Aussagen über den Oberflächenzustand des Materials getroffen werden können. Bei textilen Hybridwerkstoffen kann nicht vordergründig von einem isotropen Verhalten ausgegangen werden. Die Oberflächendehnungsmesstechnik allein lässt keine eindeutigen Rückschlüsse auf den tatsächlichen Spannungszustand des Verstärkungsgerüsts zu.

Neben der Messung an der Oberfläche ist daher die Einbettung von Dehnungssensoren in den Werkstoff von großer Bedeutung. Diese Einbettung bewirkt zusätzlich einen Schutz der Messelemente vor Umgebungsbelastungen.

Die besondere technologische Herausforderung bestand darin, dass es sich bei CF-PEEK um einen elektrisch leitfähigen Werkstoff handelt. Ferner handelt es sich bei dem Matrixwerkstoff PEEK um ein hochschmelzendes Thermoplast, welches bei einer Temperatur von ca. 400 °C und einem Druck von ca. 40 bar konsolidiert wird. Das bedeutet, dass Messtechnik, die sich im Inneren des Werkstoffs befindet, diesen Konsolidierungsprozess überstehen muss. Dabei ist eine elektrische Isolation gegenüber der Kohlenstoff-Verstärkungsfaser aufrechtzuerhalten. Aufgrund des hohen Aufwandes, den die Einbettung von Messtechnik in den Werkstoff CF-PEEK mit sich bringt, wurde neben den bauteilintegrierten Varianten auch an Lösungen gearbeitet, bei denen sich die Messtechnik an der Oberfläche befindet. Zu diesen Lösungen gehört im einfachsten Fall auch eine Überwachung in Form eines Rissensors.

Der Ansatz zur *Erkennung und Signalisierung von Rissen* gründet sich auf eine „versagenstolerante“ Auslegung des Rotors. Damit ist gemeint, dass es am Bauteil Regionen gibt, die deutlich vor dem eigentlichen Crash delaminieren bzw. reißen. Wird auf diese Weise ein Riss detektiert, kann der Rotor rechtzeitig heruntergefahren bzw. abgeschaltet werden.

Das Risserkennungselement ist z. B. eine auf dem Rotor an der Stelle des zu erwartenden Risses applizierte Metallfolie in Form einer Risssschleife. Diese Risssschleife ist Bestandteil eines Antennenkreises. Die Unterbrechung des Antennenkreises wird von der Empfängerstation registriert, welche das Abbremsen des Rotors veranlasst (Bild 1).

Die im Teilprojekt 6 bearbeitete *analoge Dehnungsmesstechnik* an CF-PEEK-Strukturen für Leichtbaurotoren gliedert sich in zwei Teilgebiete.

Für Einsatzfälle, bei denen der integrale Dehnungszustand größerer Oberflächen interessiert, die klassische DMS-Technik aber aufgrund extremer Fliehkräfte versagt, wurde ein neues Lösungskonzept für *Oberflächendehnungsmesstechnik* erarbeitet. An Rotoren, wo die Nutzbelastung keine Oberflächensensorik erlaubt (Medienwirkung, Abrieb und Korrosion) oder der Oberflächenspannungszustand nicht repräsentativ für das Verstärkungsgerüst ist, wurde die Messtechnik in das Bauteil verlagert (*bauteilintegrierte Dehnungsmesstechnik*).

Für die Herstellung beliebiger Oberflächenlayouts wurde eine Technologie erarbeitet, die die Vorzüge der Multilayer-Technik der Leiterplattenfertigung unter Einbeziehung von Metallfolien der DMS-Industrie ausnutzt. Für planebene Strukturen (Scheibe) gelang es, ein Widerstandslayout für mehrere Dehnmesselemente auf größeren Flächen zu fertigen.

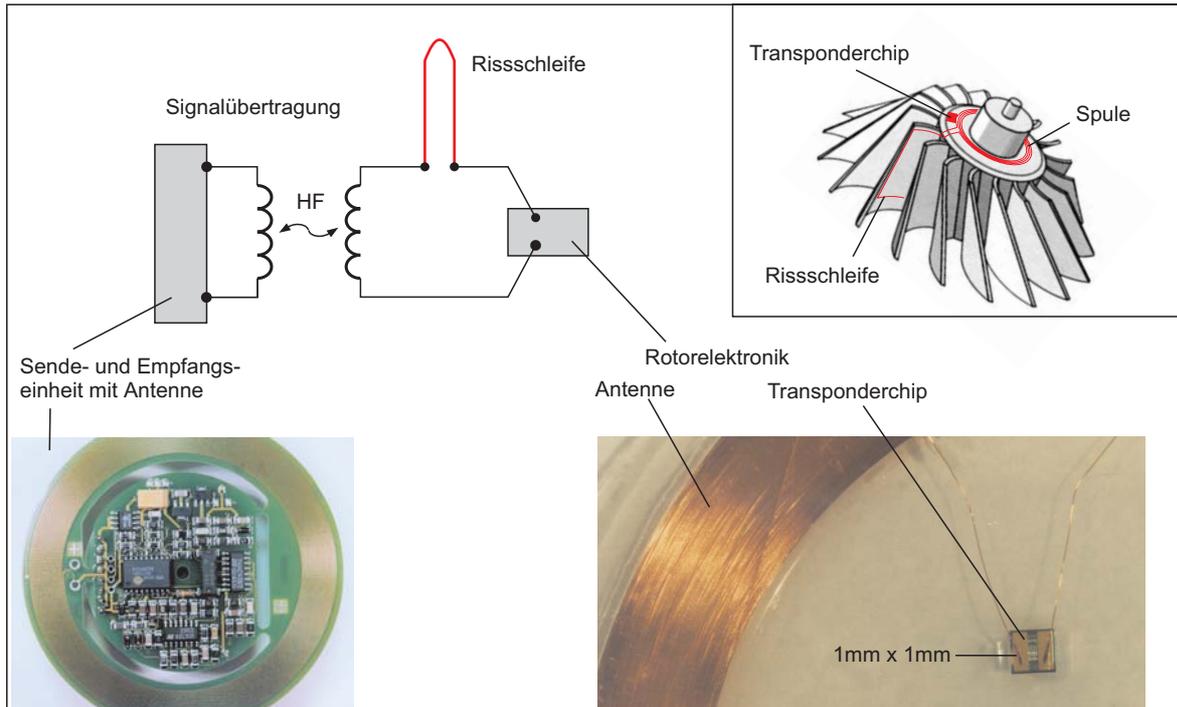


Bild 1 Prinzipdarstellung einer Bauteilüberwachung mit Rissensor und Transponder
Scheibenrotoren mit derartig applizierten Sensoren wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik am Hochleistungsrotorprüfstand zur Ermittlung der messtechnischen Eigenschaften geschleudert.

Wird die Oberfläche von Hochleistungsrotoren der Belastung durch angrenzende Medien ausgesetzt, muss die Messtechnik in das Bauteil verlagert werden.

Für diesen Anwendungsfall wurde ein isolierter Widerstandsdraht in den Werkstoff eingebracht. Zur Isolation hat sich die Umflechtung des Drahtes (Widerstandsmaterial ISAOHM) mit Glasfilamenten als geeignete Lösung herausgestellt.

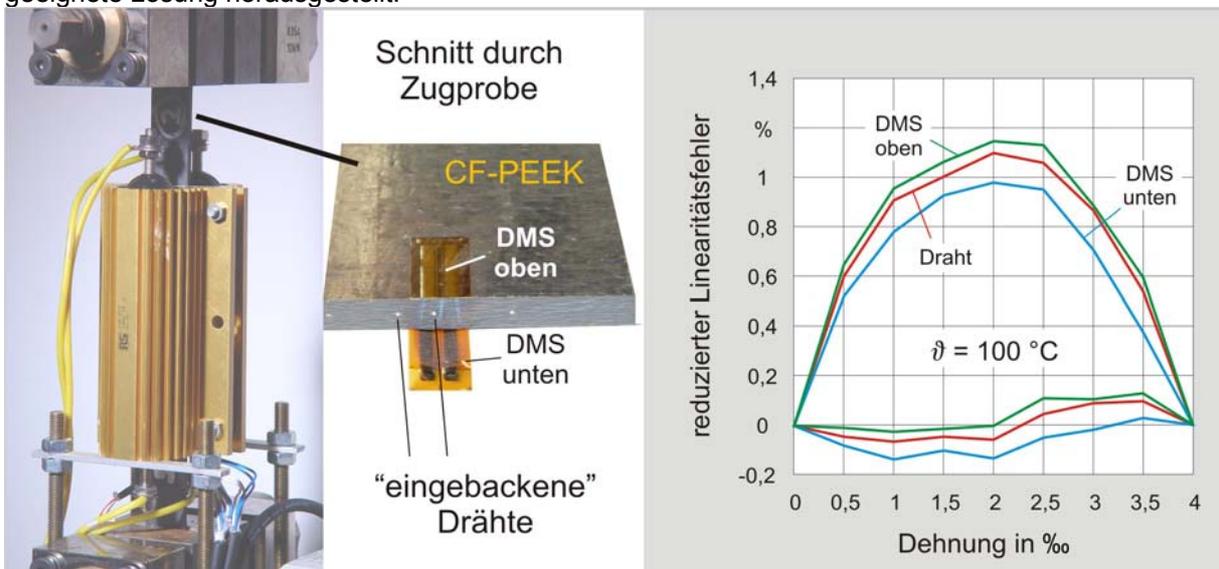


Bild 2 a) Probestreifen mit Temperaturkammer in der Zugprüfmaschine b) Schnitt durch die Probe mit Dehnungsmesselementen c) reduzierter Linearitätsfehler bei einer Temperatur von 100 °C

Zur Ermittlung der messtechnischen Eigenschaften integrierter Dehnungsmessdrähte wurden verschiedene Ausführungen von Probestreifen (mit einer Mindestanzahl von 5 Stück) angefertigt und vermessen. Die Messreihen wurden bei verschiedenen Belastungsstufen, sowie unterschiedlichen Umgebungstemperaturen aufgenommen. Die reduzierten Linearitätsfehler der integrierten Messelemente wurden im Vergleich zu 2 aufgeklebten Oberflächen - Dehnungsmessstreifen ermittelt (Bild 2).

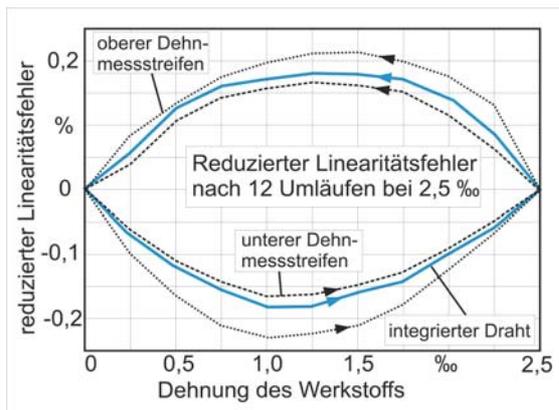


Diagramm 1 Reduzierter Linearitätsfehler eines eingebetteten Dehnungsmessdrahtes im Vergleich zu 2 Oberflächen-DMS

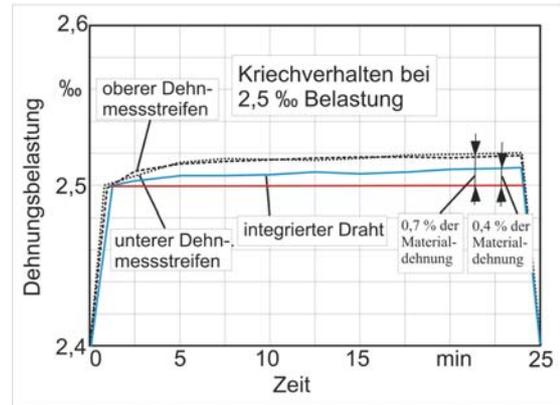


Diagramm 2 Kriechverhalten eines eingebetteten Dehnungsmessdrahtes im Vergleich zu 2 Oberflächen-DMS

Aus Diagramm 1 ist ersichtlich, dass sich die Fehler der integrierten Dehnungsmesselemente nach 12 Belastungsumläufen, welche als sog. „Anfangsverhalten“ verworfen werden, nur unwesentlich von den Fehlern unterscheiden, die mit den DMS erreicht werden. Die Ergebnisse in Diagramm 1 und 2 stehen exemplarisch für das „Dauerverhalten“ der Probekörper. Messungen nach 20, 30 oder mehr Umläufen führen zum gleichen Ergebnis. Durch einen Vergleich der Ergebnisse des Drahtes mit denen der Oberflächen-DMS zeigt sich, dass es sich bei den ermittelten Fehlern im Wesentlichen um ein material-spezifisches Verhalten handelt. Die Werte des reduzierten Linearitätsfehlers sind im Dauerbetrieb (nach mehr als 10 Belastungsumläufen) kleiner als 0,2 %.

Das Kriechverhalten ist ebenfalls stark durch das Materialverhalten geprägt. Allerdings gibt es hier einen signifikanten Unterschied zwischen den integrierten Drähten und den Oberflächendehnungsmessstreifen. Das Verhalten der integrierten Drähte ist der Materialausdehnung gegenläufig, so dass mit den Drähten nur etwa 50 % des tatsächlichen Kriechverhaltens erfasst werden können (Diagramm 2) [1].

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Arbeiten der Forschergruppe FOR 278 zu folgenden Lösungen für Messtechnik an CF-PEEK Verbundwerkstoffen geführt haben:

- Risserkennung an der Oberfläche des Werkstoffs CF-PEEK
- Dehnungsmessung über große Flächen mit nahezu beliebigen Layouts
- Dehnungsmessung im Inneren des Werkstoffs über kleine Flächen
- Dehnungsmessung im Inneren des Werkstoffs über große Flächen

Alle aufgeführten Methoden der Dehnungsmessung funktionieren zuverlässig bei Fehlern, die unabhängig von der Einsatzbedingung kleiner als 1 % sind (gilt für Raumtemperatur).

Im Forschungsjahr 2003 wurde verstärkt an Ideen gearbeitet, das erarbeitete Wissen für neue Anwendungen nutzbar machen. Diese Aktivitäten haben schließlich zur Beantragung eines Sonderforschungsbereiches „Textilverstärkte Leichtbauanwendungen“ (SFB 639) geführt. Dieser Sonderforschungsbereich, an dem sich das IAS mit dem Teilprojekt „Integrierte Sensornetzwerke“ beteiligt, ist im November 2003 bewilligt worden.

Literatur:

- [1] Folprecht, S.; Pfeifer, G.; Landgraf, J.: Integrated wires for strain Measurement in Composites consisting of Carbon-Thermoplastic Materials. XVII IMEKO World Congress, Dubrovnik, 22.-27. Juni 2003

(Dipl.-Ing. S. Folprecht, Prof. G. Pfeifer, Dipl.-Ing. J. Landgraf)

3.1.12 Ultraschallwandler für gerichtete Audioschallabstrahlung

In Weiterführung des 1999 begonnenen Industrieprojektes „Gerichtete Audioschallwiedergabe mittels Ultraschall“ wurde im Berichtszeitraum mittels der in den letzten Jahren aufgebauten Experimentalmittel (siehe vorhergehende Jahresberichte) eine Untersuchung zu den Leistungsgrenzen des Verfahrens durchgeführt. Bisher konnte durch Vorverzerrung des Audiosignals zwischen Übertragungsfrequenzbereich und maximaler Lautstärke gewählt werden. Im Berichtsjahr wurde durch die Einführung einer umschaltbaren Änderung der wirksamen Phasenstreuung der Einzelschwinger des Arrays der Audiofrequenzgang und die Richtwirkung beeinflusst. Damit ist es nunmehr möglich, zwischen den Schwerpunktsetzungen große Lautstärke, große Richtwirkung oder höherer Anteil tiefer Frequenzen bei vorgegebenen Verzerrungsgrenzen umzuschalten. Auf diese Weise kann eine Anpassung an die jeweilige Anwendung erfolgen. Die Grenzen dieses Verfahrens sind damit weitestgehend ausgelotet.

(Prof. Dr.-Ing. habil. G. Pfeifer)

3.1.13 Untersuchungen zu den Leistungsgrenzen kapazitiver und piezoelektrischer Ultraschallwandler im Frequenzbereich um 100 kHz für Anwendungen in Luft

Dieses Thema ist Gegenstand eines Dissertationsprojektes, welches im Berichtsjahr abgeschlossen wurde.

Darin werden Ultraschallwandler für Anwendungen in Luft zur Bereitstellung eines maximalen Schalldrucks optimiert. Sie sollen außerdem die Abstrahlung einer großen Schalleistung zulassen, was eine große Wandlerfläche voraussetzt.

Im Berichtsjahr wurden folgende Erkenntnisse hinzugewonnen:

Die hohen erzielten Schalldrücke erfordern neben der geometrischen Aufweitung und der Luftdämpfung auch die Beachtung der Aufsteilung der Schallwelle auf ihrem Ausbreitungsweg. Gemessene Schalldrücke werden deshalb mit einem neuen heuristischen Ansatz, der diese drei Effekte berücksichtigt, in die ursächlichen Kolbenschnellen umgerechnet. Diese Größe ermöglicht die Gegenüberstellung der Simulationsergebnisse und der Messwerte und wird zur Beschreibung der Leistungsgrenze der Ultraschallsender benutzt.

Die untersuchten piezoelektrischen Folienwandler [1][2] bestehen aus einer optional mechanisch vorgespannten und beidseitig metallisierten PVDF-Folie, die auf einer ebenen Gegenelektrode aufgelegt ist. Auf der Gegenelektrode befinden sich parallele und äquidistante Stege mit rechteckförmigem Querschnitt. Die Folie ist orthogonal zu den Stegen gereckt. Sie wird durch einen Unterdruck leicht in die Rillen der Gegenelektrode hineingesaugt. Die Wandlerkonfiguration mit der maximalen Kolbenschnelle ist in Abhängigkeit aller Wandlerparameter zu ermitteln.

Wegen der großen untersuchten Bereiche der mechanischen Vorspannung der Folie, der Foliendicke und des Stegabstandes müssen die mechanische Spannung und die Biegesteifigkeit der Folie in der Modellbildung berücksichtigt werden. Um die optimalen freien Parameter der PVDF-Folienwandler zu bestimmen, wurden die Kolbenschnelle, die Resonanzfrequenz und andere charakteristische Größen einer Vielzahl von Wandlerkonfigurationen mit einem Simulationsprogramm untersucht. Die quasistatische Durchbiegungsfunktion der PVDF-Folie wird mit dem Netzwerkmodell der gespannten Streifenplatte berechnet und dabei die mechanische Spannung der Folie iterativ an die Durchbiegungsfunktion angepasst. Die Resonanzfrequenz hängt neben der mechanischen Spannung und der Biegesteifigkeit auch von der Durchbiegungsfunktion der Folie ab. Sie wird mit dem neuen heuristischen Netzwerkansatz der gespannten und statisch druckbelasteten Streifenplatte berechnet, der die Formversteifung der Folie berücksichtigt.

Die Kolbenschnelle hängt sehr komplex von der Durchbiegungsfunktion, dem statischen Differenzdruck und der mechanischen Spannung der Folie ab. Bei einer gegebenen Resonanzfrequenz besitzt sie ein breites Maximum über der Foliendicke und dem zugehörigen maximalen Stegabstand. Der statische Differenzdruck erreicht dort den barometrischen Luftdruck.

Die Güte dieser Wandler ist dominant von den mechanischen und den dielektrischen Verlusten in der PVDF-Folie bestimmt, wogegen die Belastung durch das Schallfeld in erster Näherung vernachlässigt werden kann.

Bei den experimentell untersuchten PVDF-Folienwandlern wächst die Kolbenschnelle grundsätzlich mit dem statischen Differenzdruck. Die Experimente zeigen die Übereinstimmung der gemessenen und der berechneten Kolbenschnellen, Resonanzfrequenzen und statischen Durchbiegungsfunktionen. Eine maximale Kolbenschnelle von 0.9 m/s bei einer Güte von 10 und einer Resonanzfrequenz von 49 kHz wurde von der Wandlerkonfiguration mit 25 μm Foliendicke und einem Stegabstand von 2 mm erreicht.

- [1] Leschka, S.; Pfeifer, G.: Resonante piezoelektrische Folienwandler - eine Dimensionierung mit Netzwerkmethoden. Fortschritte der Akustik, Aachen, 2003
- [2] Leschka, S.; Pfeifer, G.: Resonant air-coupled piezoelectric film transducers - a design using network methods. Tenth International Congress on Sound and Vibration, Stockholm, 7-10 July 2003

(Dipl.-Ing. S. Leschka)

3.1.14 Untersuchung grundlegender Eigenschaften von Mikrofonarrays am Beispiel eines Linienarrays

Zur Durchführung aeroakustischer Untersuchungen am Windkanal sind oft die Ortung und Trennung mehrerer Schallquellen notwendig. Ein geeignetes Messinstrument für solche Untersuchungen ist ein Mikrofonarray mit Beamformingtechnologie. Als Vorarbeit zum Aufbau und zur Dimensionierung eines flächigen Mikrofonarrays für aeroakustische Untersuchungen wurden grundlegende Eigenschaften von Mehrmikrofonanordnungen in einer Studienarbeit untersucht. Die geometrischen Parameter (Arraygröße, Mikrofonabstand, Mikrofonanzahl, Mikrofonverteilung) wurden variiert und ihr Einfluss auf die Arrayeigenschaften (Hauptkeulenbreite, Nebenkeulenunterdrückung) untersucht und Möglichkeiten zu deren Optimierung in Abhängigkeit der Messaufgabe aufgezeigt. Es wurde die Anwendung einer räumlichen Amplitudenfilterung untersucht. Eine bedeutende Verbesserung der grundlegenden Arrayeigenschaften konnte durch die Anwendung einer spektralen Amplitudenfilterung (Terzen, Okta-ven) erreicht werden. Die Wirksamkeit dieser Amplitudenfilterung wurde auch theoretisch nachgewiesen.

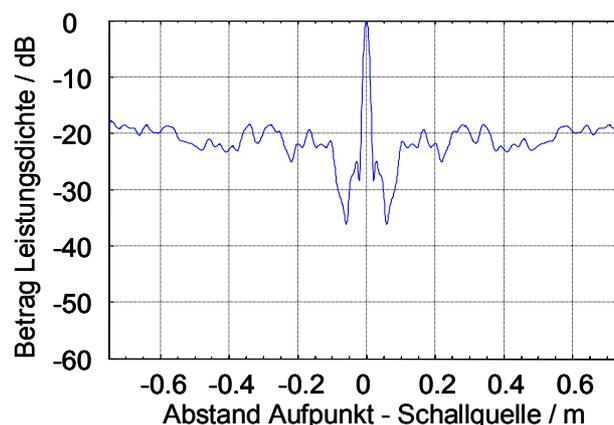


Abbildung: Richtcharakteristik eines äquidistanten 8-Mikrofon-Linienarrays nach einer Oktavfilterung (Arraybreite 1,5m, Quelle-Array-Abstand 0,55m)

(Dipl.-Ing. A. Zeibig)

3.1.15 Entwicklung und Testung neuer lärmabsorbierender Werkstoffe auf der Basis metallischer Hohlkugelstrukturen“

gemeinsam mit: Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung, Teilinstitut Dresden, Winterbergstraße 28, 01277 Dresden (IFAM Dresden)

Strukturen: Eine neuartige Methode zur Herstellung von zellularen metallischen Werkstoffen ist von der Dresdner Außenstelle für Pulvermetallurgie und Verbundwerkstoffe des Fraunhofer-Institutes für Angewandte Materialforschung (IFAM) weiter entwickelt worden. Diese Methode baut auf die Herstellung von mit Metallpulver und organischer Binder beschichteten EPS-Einzelkugeln, sog. Grünkugeln. Die Anforderungen für den Einsatz der Strukturen zur Schallabsorption in heißen Medien schließen neben einem geringen Gewicht gute Korrosionsbeständigkeit bis zu einer Temperatur von 650°C ein. Aus diesem Grunde wurde vorerst auf ein hochlegiertes Stahlpulver vom Typ 316L zurückgegriffen. Dieses Edelstahlpulver wurde mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 12µm verwendet.

Akustische Modellierung/Messung:

Das akustische Verhalten homogener und isotroper Schallausbreitungsmedien kann vollständig durch deren Absorberkennwertepaare beschrieben werden. Ein Kennwertepaar stellt dabei beispielsweise die komplexe Wellenzahl k_A (Wellenzahl einer ebenen Welle im Material) und der komplexe Wellenwiderstand Z_A (Feldimpedanz einer ebenen Welle) dar. Poröse Schallabsorber, z.B. Faserabsorber, offenzellige Schäume aber auch offenporige gesinterte Hohlkugelstrukturen lassen sich mit Hilfe dieser Beschreibung mit ausreichender Genauigkeit erfassen. Ziel der meisten Theorien zur Modellierung offenporiger Absorber ist daher die Berechnung der Absorberkennwerte aus den Struktur- und Materialparametern der Proben. Zu diesem Zweck wurden unterschiedliche Absorbertheorien auf ihre Brauchbarkeit untersucht. An etwa 100 Proben sind dazu Absorberparameter, -kennwerte sowie die akustischen Eigenschaften, wie Wandimpedanz und Absorptionsgrad, bestimmt worden. Dabei stellte sich heraus, dass das „Phänomenologische Modell“ [3] zur Vorhersage der Absorberkennwerte von Hohlkugelstrukturen dieser Art am besten geeignet ist.

Innerhalb der Arbeiten wurde ein Verfahren zur Bestimmung der Absorberkennwerte in einem Messrohr entwickelt. Das Verfahren beruht auf der Bestimmung der komplexen Schalldruckpegel-Übertragungsfunktionen vor und hinter dem Absorber. Zur Messung werden 4 Mikrofone, zwei vor der Probe und zwei dahinter, benötigt [1]. Die Messapparatur mit verschiedenen Details ist in Bild I gezeigt.

Ein Versuchstand zur Bestimmung des Strömungswiderstandes nach dem Vergleichsverfahren [2] wurde an die für die Hohlkugelstrukturen wesentlichen Anforderungen angepasst und verbessert. Die Bestimmung der Tortuosität erfolgt in einem Messrohr auf der Basis von Gruppenlaufzeitdifferenzen im Ultraschallfrequenzbereich. Dazu sind entsprechende Untersuchungen durchgeführt worden. Die Messung der inneren Oberfläche und der Porosität erfolgt am IFAM.



Bild I: Messapparatur zur Bestimmung der Absorberkennwerte.

Prototypen: Zur Herstellung erster prototypischer Bauteile für orientierende Messungen wurden zwei spezielle Anwendungen herausgegriffen. Die Anfertigung der Strukturen setzte die Entwicklung und den Bau eines speziellen Werkzeuges für ringförmige Bauteile voraus (Bild II). Nach Fertigstellung des Werkzeuges wurden gleichmäßige Ringstrukturen produziert, so dass der geforderte Absorber effektiv aus mehreren gleichen Teilen zusammengesetzt werden konnte. Die ersten orientierenden Messungen zeigten ein sehr gutes akustisches Verhalten der verwendeten Strukturen, so dass an der Weiterentwicklung gearbeitet wird.



Bild II: Schalldämpfer aus Hohlkugelstrukturen.

Literatur:

- [1] Song, B. und Bolton, J., A Transfer-Matrix Approach for Estimating the Characteristic Impedance and Wave Numbers of Limp and Rigid Porous Materials, J. Acoust. Soc. Am. 107 (3), (2000), 1131-1152.
- [2] Stinson, M. u. G. Daigle: Electronic system for the measurement of flow re-sistance. JASA 83, 1988, S. 422-2428.
- [3] Hamet, J.: Modelisation acoustique d'un enrobe drainant / INRETS. 1992. – Forschungsbericht.

(Dipl.-Ing. J. Hübelt, Dr.-Ing. E. Sarradj)

3.1.16 Einfluss der Fahrbahneigenschaften auf das Rollgeräusch von Kraftfahrzeugen

gemeinsam mit: Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, 01062 Dresden

Das Rollgeräusch von Kraftfahrzeugen ist eine der wesentlichen Quellen des Straßenverkehrslärms. Es wird sowohl durch Eigenschaften des Reifens als auch durch Eigenschaften der Fahrbahn beeinflusst. Zur Minderung des Rollgeräuschs genügt es daher nicht, die Reifen allein zu untersuchen und zu verbessern. Auch Kenntnisse über die akustischen Fahrbahneigenschaften sind notwendig.

Zu den wichtigsten Zielen des Projektes gehörte es daher, ein theoretisches Modell zu schaffen, das die detaillierte Untersuchung des Einflusses der Fahrbahn auf die Schallentstehung und -ausbreitung am System Reifen/Straße erlaubt. Die Untersuchungen konzentrierten sich dabei auf offenporige Fahrbahnbeläge. Solche Beläge haben das höchste Lärminderungspotential, da sie in der Lage sind, Schallenergie zu absorbieren.

Im Rahmen des Projekts wurde demzufolge die Fahrbahn als Schallabsorber modelliert. Verschiedene bekannte Theorien für Absorber wurden angewendet und weiterentwickelt. Die notwendigen Eingangsparameter zur Vorhersage der akustischen Eigenschaften sind die Porosität, der längenbezogene Strömungswiderstand und die Tortuosität. Im Projekt wurden Verfahren entwickelt, um diese Parameter aus der Rezeptur des Asphaltmischgutes vorherzusagen (Bild III). Die Bestätigung der erreichten Ergebnisse erfolgte an über 200 eigens hergestellten Asphaltproben.

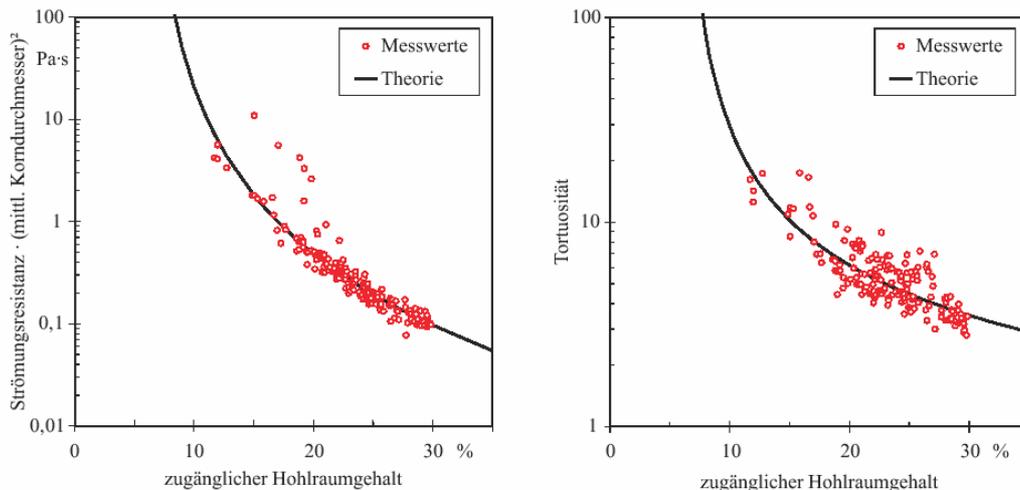


Bild III: Vergleich zwischen Messwerten für einzelne Proben und Ergebnissen der Theorie, links: Produkt aus Strömungswiderstand und Quadrat des mittleren Korndurchmessers im Mischgut, rechts: Tortuosität.

Die notwendigen Messgeräte wurden ebenfalls innerhalb des Projekts entwickelt, gebaut und erprobt. Zur quantitativen Abschätzung der Rollgeräuschminderung wurde zugrundegelegt, dass die Entstehung des Rollgeräuschs auf offenporigen Fahrbahnen zumindest nicht über die auf dichten Fahrbahnen mit ähnlichen Textur-Eigenschaften hinausgeht. Davon ausgehend, wurde die Schallpegelminderung im Nahfeld am Reifen und bei der Ausbreitung über der Fahrbahn berechnet. Dazu kamen verschiedene numerische und analytische Berechnungsverfahren zur Anwendung; u.a. wurde ein spezielles Randelementeverfahren und ein Transmission-Line-Matrix-Verfahren entwickelt (Bild IV).

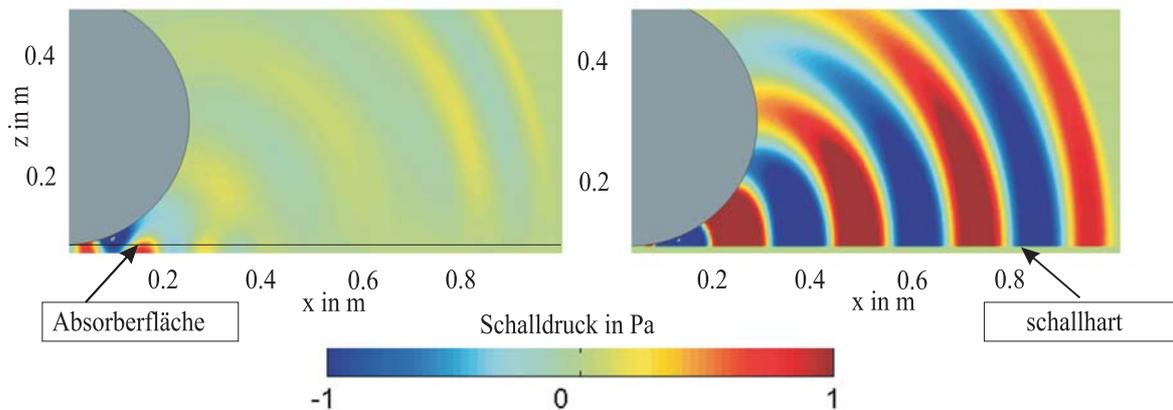


Bild IV: TLM Modell, Schallfeld über einer 3 cm dicken porösen Asphaltsschicht (links) und über einer reflektierenden Fläche (rechts) bei einer Frequenz von 1 kHz, Absorberparameter: Strömungsresistenz: $\Xi=6000 \text{ Ns/m}^4$, Porosität: $\delta=22\%$, Tortuosität: $\tau=5$, Absorberdicke: $d=3 \text{ cm}$.

Die Untersuchungen mündeten in einem analytischen Ansatz, dessen Ergebnisse zur akustischen Optimierung von Fahrbahnaufbauten verwendet werden können.

Zur Überprüfung der akustischen Eigenschaften von vorhandenen Fahrbahnen wurde ein Messverfahren entwickelt. Dieses Messverfahren ermöglicht die Bestimmung der akustischen Impedanz und des Absorptionsgrades von Fahrbahnen in situ auf der Grundlage der Impuls-Echo-Methode. Durch eine neuartige Signalverarbeitung konnte die Zuverlässigkeit dieser Methode stark verbessert werden.

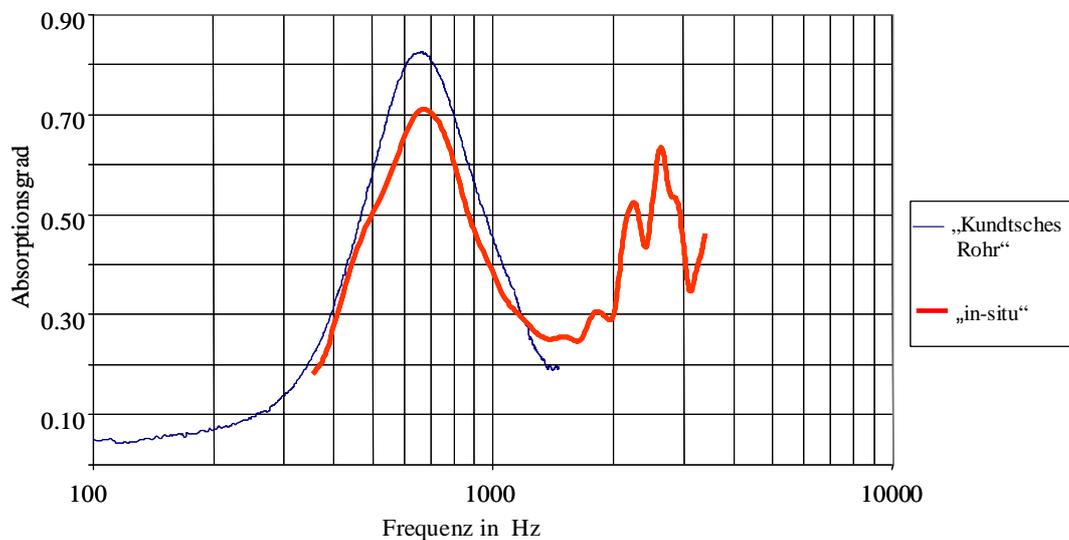


Bild V: Messung – Absorptionsgrad – „Kundtsches Rohr“ \leftrightarrow „in situ“ (senkrecht).

Insgesamt wurde mit den entwickelten Modellen, Messverfahren und -geräten die Grundlage für eine systematische und gezielte akustische Optimierung der akustischen Eigenschaften von ein- oder mehrschichtigen Fahrbahnaufbauten geschaffen.

(Dipl.-Ing. J. Hübelt, Dr.-Ing. E. Sarradj)

3.2 AG „Systemtheorie und Sprachkommunikation“

3.2.1 Vorbemerkung

Die Arbeitsgruppe betreibt weiterhin Signal- und Systemtheorie mit besonderer Betonung der Anwendung in der Sprachtechnologie. Flaggschiff in der Grundlagenforschung ist das Projekt UASR (unified approach for speech synthesis and recognition), über dessen Intentionen in den früheren Jahresberichten bereits ausführlich berichtet worden ist. Durch Verlängerung bzw. Neubewilligung von zwei DFG-Projekten ist die Weiterführung des Vorhabens gesichert. Die mit UASR erhaltenen Ergebnisse des Berichtsjahres werden in drei Beiträgen zur ICASSP 04 und einem Beitrag für die IEEE Trans. SAP publiziert.

Als weiteres Forschungssystem pflegen wir das Dresdner Sprachsynthesystem DRESS, das derzeit hauptsächlich zu Sprechstil- und Prosodiestudien und zur Untersuchung weiterer Sprachen genutzt wird. Im Rahmen einer Kooperation mit der Universität Halle-Wittenberg entsteht unter der Mitwirkung von Sprechwissenschaftlern ein hochwertiges Diphoninventar für DRESS.

Auf den genannten Forschungssystemen fußt eine Anzahl sprachtechnologischer Applikationen. Auf dem Teilgebiet der Spracherkennung ist hauptsächlich die Fertigstellung des bereits im vorigen Bericht angekündigten Speech-Applet zu nennen, das im Zusammenhang mit dem BMBF-Projekt el-IT entwickelt wurde, aber auch für andere Zwecke zur Verfügung steht. Außerdem haben wir im Berichtsjahr einige Arbeiten zur robusten Vorverarbeitung begonnen (akustisches Frontend), die jedoch noch zu vorläufig sind, um in diesen Jahresbericht aufgenommen werden zu können.

Bei der Anwendung in der Sprachsynthese tragen die umfangreichen Arbeiten zur Entwicklung einer Synthese, die für *embedded systems* geeignet ist und 2002 als microDRESS veröffentlicht wurde, weitere Früchte. Weiterführende Arbeiten wurden im Berichtsjahr in enger Kooperation mit Siemens Corporate Technology durchgeführt. Mit diesem Partner wurde die Gründung einer VRDG (virtual research and development group) *speech synthesis* vereinbart, die seitens Siemens durch Prof. Höge, seitens der TUD durch Prof. Hoffmann vertreten wird.

Schließlich sollen unsere Arbeiten zur elektronischen Lehre wieder Erwähnung finden. Sie wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren durch das BMBF im Rahmen des Projektes el-IT gefördert, das leider mit Ende des Berichtsjahres ausgelaufen ist.

3.2.2 UASR (Unified Approach for Speech Synthesis and Recognition)

Hinter dem Forschungssystem UASR stehen derzeit die beiden DFG-Projekte „Integration von Spracherkennung und –synthese unter Verwendung gemeinsamer Datenbasen“ und „Entwicklung von Datenanalyseverfahren für die Qualitätsbewertung technischer Prozesse“, letzteres gemeinsam mit dem Dresdener Fraunhofer-Institut (EADQ). Zur Systemphilosophie (Blockschaltbild) wird auf den Jahresbericht 2002 verwiesen; außerdem wurde ein Statusbericht zum Satellitenworkshop des DAGM-Symposiums 2003 veröffentlicht (siehe Literaturverzeichnis). Nachstehend wird auf einige Teilarbeiten eingegangen, die im Berichtsjahr an UASR durchgeführt wurden.

a) UASR-Kommandophrasen-Erkennen

Für den Einsatz als Internetdienst im Rahmen des Projekts eL-IT (eLearning Module für Studiengänge der Informations-, Kommunikations- und MedienTechnik) wurde das integrierte Spracherkennungs- und Synthesesystem UASR als Kommandophrasenerkennung konfiguriert. Zusätzlich wurden eine Konfidenzmessung sowie eine Rückweisungslogik integriert. Der Erkennen ist für eine schnelle Vokabularumschaltung ausgelegt. Das Einsatzszenario sieht vor, dass jede Internetseite, welche den Spracherkennungsdienst nutzt, ein eigenes Vokabular an den Erkennen sendet.

Wissensquellen

Der Spracherkennung basiert auf einer einstufigen Dekodierungsstrategie, welche ein vorkompiliertes Erkennungsnetzwerk voraussetzt, das Folgen von SMG-Zuständen direkt auf Kommandophrasen abbildet. Beim Übertragen eines Kommandowortschatzes vom Klienten wird dieses Erkennungsnetzwerk kompiliert. Das benutzerdefinierte Vokabular enthält Paare von orthographischen und phonetischen Zeichenketten. Der zulässige Phonematz ist aus Abbildung 1 zu entnehmen. Kommandophrasen sind als ein „Wort“ im Vokabular zu beschreiben.

Das Vokabular wird aus der Textform in eine FST-Darstellung umgewandelt und diese anschließend mit einer Wortschleifengrammatik (siehe Abbildung 1) und dem SMG-Graphen des akustischen Modells zusammengefasst. Das akustische Modell wurde mit einem Teil des Verbmobil-Korpus trainiert und erreicht eine freie Phonemerkenngsrate von etwa 60% (*correctness*, beste Kette).

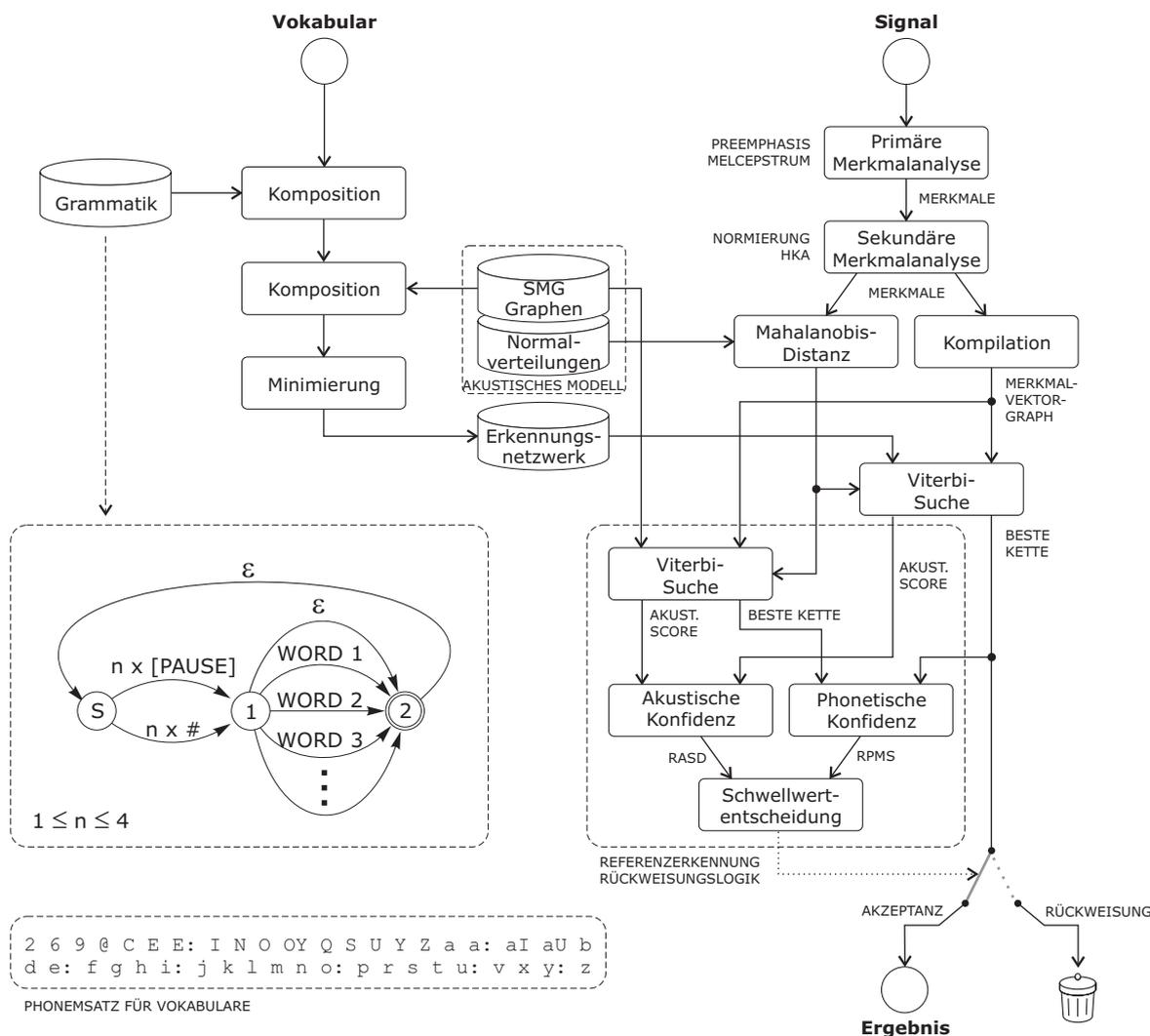


Abbildung 1: Blockschaubild des Spracherkenners bestehend aus drei wesentlichen Bestandteilen: Kompilation des Erkennungsnetzwerks, Spracherkennner und Referenzerkennner (freie Phonemerkenng) zur Berechnung von Konfidenzwerten und zur Rückweisung.

Konfidenzmessung und Rückweisung

Da in der Anwendung einer E-Learning Umgebung Spracheingaben auftreten können, welche keine Kommandos darstellen, benötigt der Kommandophrasenerkennner einen Rückweisungsmechanismus. Die Rückweisung wird in unserer Implementation durch Vergleich des Erkennungsergebnisses mit einer freien Phonemerkenng (mit identischen akustischen Modellen) gesteuert. Betrachtet werden die Abweichung der akustischen Scores (RASD; *relative acoustic score difference*) sowie die phonetische Ähnlichkeit (RPMS; *relative phonetic match score*) zwischen den Ergebnissen der Kommandoerkenntnis- und der Referenzerkenntnis. Dabei darf der Quotient aus den akustischen Scores der Kommandoerkenntnis und der Referenzerkenntnis einen gegebenen Schwellwert nicht überschreiten, die phonetische Ähnlichkeit einen gegebenen Schwellwert nicht unterschreiten. Als phonetische Ähnlichkeit wird die Anzahl der übereinstimmenden Phonemsymbole zwischen Kommando- und Referenzerkenntnis bezogen auf die Gesamtanzahl der Phonemsymbole betrachtet. Die Zählung der Symbole erfolgt pro Merkmalvektor, Pausen- und Nicht-Sprache-Symbole werden nicht mitgezählt.

Erkennungsleistung und Arbeitspunkteinstellung

Die Wahl der Rückweisungsschwellwerte für die Konfidenzmaße RASD und RPMS sollte einen optimalen Kompromiss zwischen Erkennungsrate, Fehlalarmrate (FAR; kein Kommando eingegeben, aber eines erkannt) und Fehlrückweisungsrate (FRR; Kommando eingegeben aber zurückgewiesen) ergeben. Da der optimale Arbeitspunkt vom Vokabular abhängt, können die Schwellwerte vom Klienten zusammen mit dem Vokabular an den jLab-SpeechServer übertragen werden.

Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse einer informellen Erkennerevaluierung mit einem Vokabular von 21 Kommandophrasen zur Steuerung der Bildschirmpräsentation und zum Ausfüllen eines *multiple choice* Fragebogens. Die Teststichprobe enthielt 301 Äußerungen (davon 113 gültige Kommandophrasen) von 8 verschiedenen Sprechern.

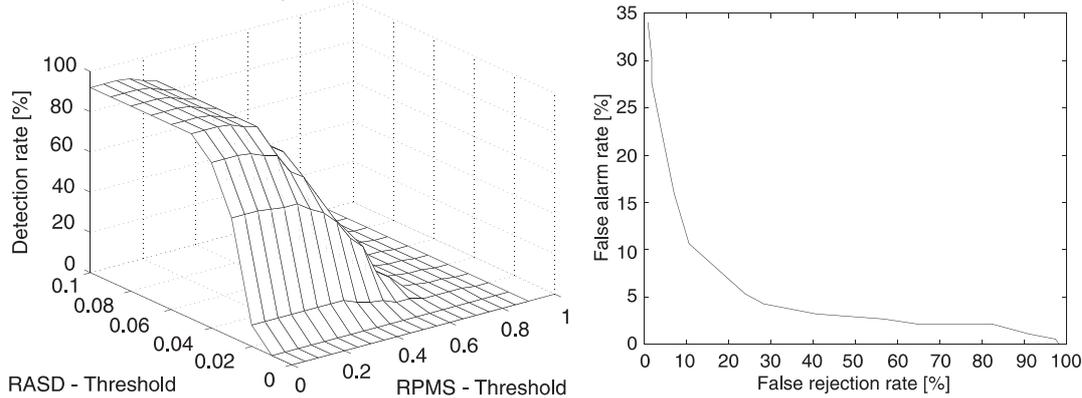


Abbildung 2: Erkennungsrate in Abhängigkeit von der Wahl der Rückweisungsschwellwerte (links) sowie Fehlalarmrate über Fehlrückweisungsrate für verschiedene Arbeitspunkte (rechts).

Als Arbeitspunkt wurden die Rückweisungsschwellen $RASD < 0.05$ und $RPMS \geq 0.25$ gewählt. Die Kommando-Erkennungsrate betrug unter diesen Bedingungen 86,7 % bei einer Fehlalarm- und Fehlrückweisungsrate von jeweils 10 %.

b) Sprecheradaption / Synthese / VTN

In einem kombinierten System [1], in dem Spracherkennung und Synthese auf die gleichen Datenbanken zurückgreifen, ergibt sich durch die unterschiedlichen Zielsetzungen der beiden Systeme ein scheinbarer Konflikt: Ein Spracherkennner sollte sprecherunabhängig sein, d. h., das System sollte nach kurzer Adaptionsphase für beliebige Sprecher gut funktionieren. Von einem Sprachsynthesensystem dagegen erwartet man, das es den zu synthetisierenden Text in Sprache mit einer wieder erkennbaren Sprechercharakteristik umsetzt. Die akustischen Modelle in UASR werden mit Daten verschiedener Sprecher trainiert und ermöglichen dadurch die sprecherunabhängige Erkennung von Sprache. Diese Modelle repräsentieren gewissermaßen den mittleren Sprecher der Trainingsdatenbasis. Auf diese Weise trainierte Modelle eignen sich allerdings nur schlecht für die Sprachsynthese, weil zum einen die Streuung der das Sprachsignal beschreibenden Merkmale (z. B. Cepstrum) durch die interindividuellen Unterschiede der Sprecher groß ist und zu „unscharfen“ akustischen Modellen führt. Andererseits besitzt die synthetische Stimme keine eindeutige weibliche oder männliche Sprechercharakteristik.

In der Spracherkennung werden Normalisierungsverfahren eingesetzt, um die Streuung der akustischen Merkmale die durch verschiedene Sprecher in der Trainingsdatenbasis hervorgerufen werden zu minimieren. Ein Hauptgrund für die Variabilität der Merkmale zwischen verschiedenen Sprechern liegt in den unterschiedlichen Vokaltraktlängen [2]. Diese Unterschiede führen zu verschiedenen Formantpositionen, wenn ein Satz von verschiedenen Sprechern gesprochen wird. Ein längerer Vokaltrakt resultiert in einer Stauchung, ein kürzerer Vokaltrakt dagegen führt zu einer Dehnung der Frequenzachse. Die Vokaltraktnormierung (VTN) versucht, die Auswirkungen dieser Längenunterschiede während der Analyse durch Verzerrung des Spektrums auszugleichen. In der Literatur sind eine Reihe von Funktionen beschrieben, mit denen die Verzerrung realisiert werden kann. In UASR verwenden wir die Bilineartransformation:

$$\varphi_{\alpha}(\omega) = \omega + 2 \arctan\left(\frac{(1-\alpha)\sin(\omega)}{1-(1-\alpha)\cos(\omega)}\right)$$

Der Faktor α ist der sprecherspezifische Verzerrungsfaktor. Ein Faktor $\alpha > 1.0$ staucht das Spektrum, ein Faktor $\alpha < 1.0$ dagegen resultiert in einer Streckung des Spektrums (Abbildung 3). Für jeden Sprecher in der Trainingsdatenbasis werden die Werte von α mit dem *line search* Verfahren [3] bestimmt. In der Sprachsynthese kann die umgekehrte VTN verwendet werden, um charakteristische Synthesestimmen mit eindeutiger männlicher bzw. weiblicher Sprechercharakteristik aus den sprecherunabhängig trainierten akustischen Modellen zu erzeugen. Dafür wird der gleiche Algorithmus wie in der Spracherkennung angewendet, nur dass das Spektrum in die entgegengesetzte Richtung verzerrt wird. Dieser Ansatz unterscheidet sich von der Sprecherkonvertierung in *Speech-To-Speech* Systemen [4]. Mit der umgekehrten VTN ist es nicht möglich einen bestimmten Sprecher zu synthetisieren. Für viele Anwendungsfälle ist es aber ausreichend einige verschiedene Stimmen mit unterscheidbarer Charakteristik aus einer Datenbasis zu generieren. Durch die verhältnismäßig geringe Manipulation des Signals bei der VTN wird die Signalqualität kaum beeinflusst. In UASR verwenden wir das Cepstrum als Analyseverfahren und einen Synthesefilter, der das Sprachsignal aus den cepstral Koeffizienten rekonstruiert [5]. Sowohl in die Analyse, als auch in die Synthese lässt sich die VTN einfach integrieren.

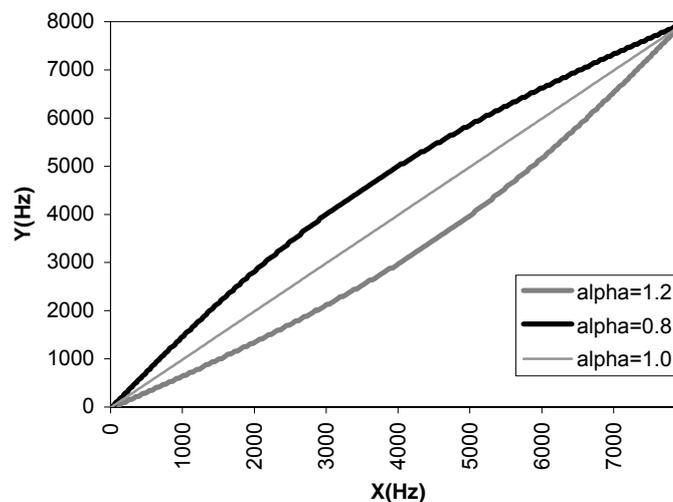


Abbildung 3: Bilineare Transformation der Frequenzachse bei der VTN

- [1] Eichner, M., Wolff, M., Hoffmann, R., "A unified approach for speech synthesis and speech recognition using Stochastic Markov Graphs", Proc. ICSLP, Beijing (China), vol. 1, pp. 701-704, 2000.
- [2] L. Lee and R. Rose, "A Frequency Warping Approach to Speaker Normalization," IEEE Transactions on Speech and Audio Processing, vol. 6, pp. 49-60, Jan. 1998.
- [3] P. Zhan and A. Waibel, "Vocal Tract Length Normalization for Large Vocabulary Continuous Speech Recognition", CMU CS-97-148, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, May 1997.
- [4] Y. Gao and A. Waibel, "Speech-to-speech translation," in Proc. of the ACL'02 Workshop on Speech-to-Speech Translation, Philadelphia, USA, 2002.
- [5] R. Vich, Z. Smekal, "New method of composite FIR and IIR filtering for cepstral speech synthesis.", Proc. 17th IASTED Internat. Conf. Applied Informatics, Innsbruck, Austria, pp. 264-267. 1999.

c) LM-Synergien

Die Verwendung eines Lexikons mit Aussprachevarianten ist in der Spracherkennung üblich. Basierend auf unseren Erfahrungen auf dem Gebiet der Aussprachemodellierung¹ haben wir diese Technik als Alternative zur regelbasierten und kanonischen Graphem-zu-Phonem-Umsetzung für die Sprachsynthese angewendet und erste, viel versprechende Ergebnisse erzielt. Wir gehören damit zu den ersten Forschergruppen, die auf dem hochaktuellen Gebiet der spontansprachlichen Synthese (*spontaneous speech synthesis*) arbeiten.

¹ DFG-Projekt Ho 1674/3: „Entwicklung von Lösungen zum strukturellen Training hierarchisch organisierter Aussprachewörterbücher auf der Basis von gesprochener Sprache“

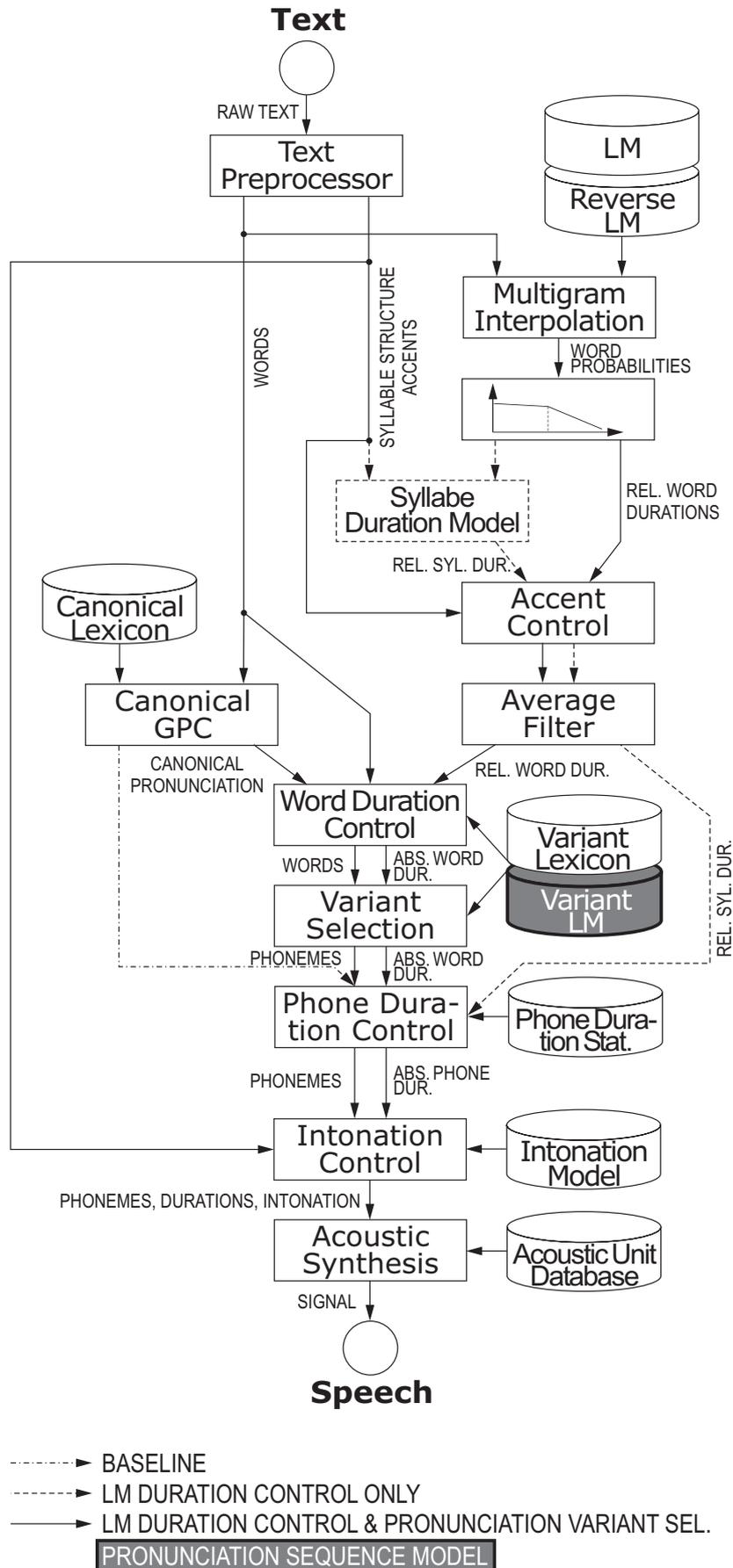


Abbildung 4: Wortdauersteuerung mittels Aussprachevarianten und Sprachmodell

Gleichzeitig konnten wir durch die Verwendung von Lexika aus der Spracherkennung in der Sprachsynthese, welche zusätzlich zur kanonischen Realisierung häufig verwendete Aussprachevarianten enthalten, fehlerhafte bzw. falsche Varianten hörbar machen, wodurch das Lexikon verbessert wurde. Wir haben die Dauersteuerung und die Graphem-zu-Phonem Umsetzung so integriert, dass abhängig von den durch das Sprachmodell vorgegebenen Wortdauern geeignete Aussprachevarianten aus einem Aussprachelexikon gewählt werden. Da verschiedene Varianten unterschiedlich lang sind – also unterschiedliche inhärente Dauern haben – steuert diese Graphem-zu-Phonem Umsetzung indirekt die Sprechgeschwindigkeit.

Um die Sprechgeschwindigkeit indirekt über die Graphem-zu-Phonem Umsetzung zu steuern, müssen geeignete Aussprachevarianten aus einem Aussprachelexikon ausgewählt werden. Dazu wurde folgender Algorithmus verwendet. Zur Berechnung der Sprachmodell-Wahrscheinlichkeit muss die Dauerreduktion eines Wortes sowohl aus dem linksseitigen als auch aus dem rechtsseitigen Kontext des Wortes bestimmt werden:

- Berechnung der initialen relativen Wortdauern mittels der aus dem Sprachmodell bestimmten Wortfolgenwahrscheinlichkeit
- Rücksetzen der Akzentpunkte: Alle Wortdauern von Wörtern mit akzentuierten Silben werden auf 1 gesetzt.
- Glättung der relativen Wortdauern
- Berechnung der Wortzieldauern aus den relativen Wortdauern. Eine relative Dauer von 1 entspricht dabei einer kanonischen Realisierung.
- Auswahl der Aussprachevariante: Es wird die Variante ausgewählt, die den minimalen Abstand zwischen Ziel- und Variantendauer aufweist.

Um eine geeignete Variante aus dem Aussprachewörterbuch auszuwählen, muss zuerst die Solldauer eines Wortes bestimmt werden. Dazu berechnen wir die relative Dauer r für jedes Wort w einer zu synthetisierenden Äußerung $U = \{w_1 \dots w_n\}$. Mittels Wahrscheinlichkeiten aus dem Sprachmodell kann eine initiale relative Wortdauer $r_{LM}(w)$ für jedes Wort bestimmt werden.

$$r_{LM}(w) = \frac{\text{sgn}(p(w) - \bar{p}) + 1}{2} \left[\frac{r_{\min} - 1}{1 - \bar{p}} (p(w) - \bar{p}) + 1 \right] + \frac{\text{sgn}(\bar{p} - p(w)) + 1}{2} \left[\alpha \frac{r_{\min} - 1}{1 - \bar{p}} (p(w) - \bar{p}) + 1 \right]$$

mit $\bar{p} = \frac{1}{|U|} \sum_{w \in U} p(w)$ und $r_{\min} = 0,5$ und $\alpha = 0,1$,

wobei $p(w)$ für die Sprachmodell-Wahrscheinlichkeit eines Wortes steht. \bar{p} ist der Durchschnitt aller $p(w)$ einer Äußerung.

In der nachfolgenden Akzentkontrolle werden alle relativen Dauern akzentuierter Wörter zu 1 gesetzt, um die Akzentstruktur und damit den Sinngehalt der Äußerung nicht zu verändern. Nach der Akzentkontrolle werden die relativen Wortdauern durch ein Glättungsfilter geglättet:

Ausgehend von den relativen Wortdauern haben wir eine absolute Solldauer $d_o(w)$ abgeleitet. Für diese Berechnung wurde angenommen, dass eine relative Wortdauer von 1 einer kanonischen Aussprache entspricht. Die Dauer der kanonischen Aussprachevariante $d(A_{kan,w})$ kann mit

$$d(A_{kan,w}) = \sum_{a \in A_{kan,w}} \bar{d}(a)$$

berechnet werden. Die Solldauer kann somit wie folgt bestimmt werden:

$$d_o(w) = [r_f(w) - \beta] \cdot d(A_{kan,w})$$

Der Parameter β bestimmt, in welchem Maße kürzere oder längere Varianten bevorzugt werden. In unseren Experimenten haben wir $\beta = 0,3$ gesetzt, wodurch kürzere Varianten einen leichten Vorzug bekommen. Die kanonische Variante, welche typischerweise die längste ist, wird nur gewählt, wenn die Sprachmodell-Wahrscheinlichkeit eines Wortes bedeutend geringer ist als der Durchschnitt.

Es wird nachfolgend diejenige Variante gewählt, deren mittlere Dauer den geringsten Abstand zur berechneten Solldauer aufweist.

Hörtests, die im Abschnitt über die Sprachsynthese näher beschrieben sind, zeigten, dass der Einsatz von Aussprachevarianten zu einer höheren Akzeptanz der Synthesequalität im Bereich der Natürlichkeit und Spontansprachlichkeit führt².

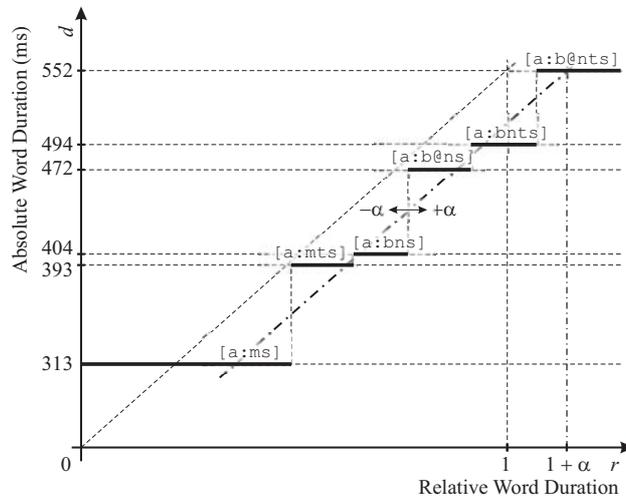


Abbildung 5: Beispiel der Auswahl von Varianten des Wortes „abends“ mit 6 Realisierungen

d) Algorithmische Weiterentwicklung von UASR und Experimente

Implementation einer Programmbibliothek zur Verarbeitung von finite state machines

Finite State Machines (FSM) werden heute erfolgreich in Spracherkennung und –synthese angewendet. Eine wichtige Eigenschaft besteht in der hohen Universalität der verwendeten Strukturen zur Informationsspeicherung wie auch der Algorithmen zur Verarbeitung dieser Information. Dadurch sind sie zur Datenspeicherung und –verarbeitung auf allen Ebenen der Sprachverarbeitung, von HMMs bis LMs, geeignet, ohne dass man für jede Ebene eine spezielle Struktur benötigt. Die Programmkomplexität wird verringert, und die systematische Fehlersuche im Erkennungsprozess vereinfacht sich. Ein weiteres wichtiges Merkmal von FSMs ist die Beseitigung von Redundanz ohne Informationsverlust, wodurch sich der Suchraum in den Sprachdatenbasen (gespeichert in FSMs) auf weniger als die Hälfte reduziert.

Die folgenden Beispiele zeigen einfache FSM, die ein Trigramm-Modell (Abb. 6), ein Aussprachewörterbuch (Abb. 7) und die Kombination von beiden (Abb. 8) darstellen.

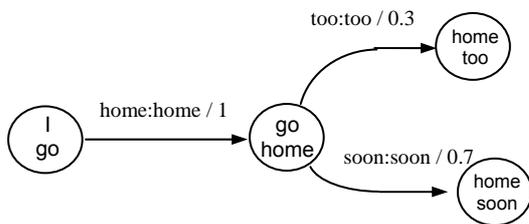


Abbildung 6: WFST, benutzt als Akzeptor in einem Trigramm-Modell

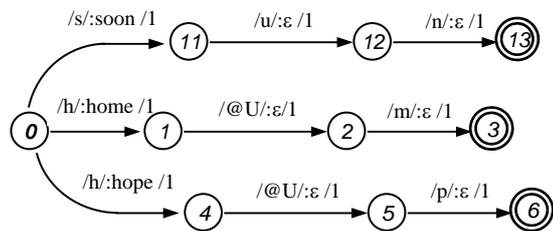


Abbildung 7: Aussprachewörterbuch

² Matthias Eichner, Steffen Werner, Matthias Wolff, and Rüdiger Hoffmann, "Towards spontaneous speech synthesis - Im based selection of pronunciation variants," in *Int. Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, Hong Kong, China, Apr. 2003, vol. 1, pp. 248–251.

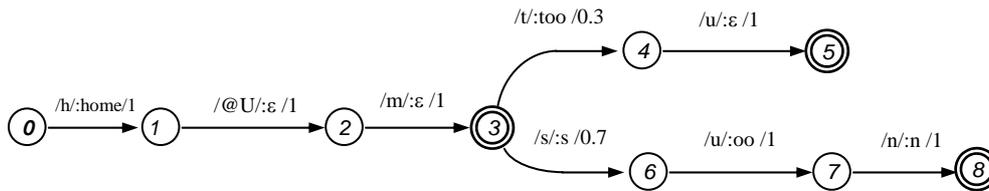


Abbildung 8: Kombination eines Trigramms mit einem Aussprachewörterbuch.

Es wurde eine FSM-Bibliothek als Stand-alone-Modul entwickelt, die *weighted finite state transducers* (FSMs, die sowohl Ausgabesymbole als auch Gewichte haben) generieren kann. Die Algorithmen der Bibliothek (minimize, composition, determinize, reverse, push, potential and NbestPath) ermöglichen eine komplette Spracherkennung (die Bibliothek ist nicht in der Lage, HMMs zu trainieren).

Die Bibliothek kann von dem Experimentiersystem DlabPro via WrapperFunctions benutzt werden.

Ein Werkzeug zur Fehlerverfolgung mit der Bezeichnung *Teach* wurde in die Bibliothek aufgenommen. *Teach* erzeugt eine Folge von Bildern (*.gif), die wie eine "Diashow" angezeigt werden können, um den Determinierungs-Prozess der FSM zu illustrieren.

Integration und Training des stochastischen Sprachmodells

Zur Erkennung von kontinuierlicher Sprache wurde der UASR-Kommandophrasenerkennung von einer expliziten Kommandogrammatik auf eine einfache stochastische Grammatik erweitert. Diese wurde als so genanntes Wortschleifenmodell implementiert, welches jede beliebige Folge von Wörtern innerhalb des aktiven Vokabulars zulässt. Jeder Wortübergang wird mit einer Bigramm-Wahrscheinlichkeit gewichtet, die Wörter selbst tragen Unigramm-Wahrscheinlichkeiten.

Für Experimente zur spontansprachlichen Synthese wurde außerdem ein stochastisches Folgenmodell für Aussprachevarianten implementiert. Dieses funktioniert genau wie das oben beschriebene Bigramm-Sprachmodell, allerdings werden statt Wortfolgewahrscheinlichkeiten Folgewahrscheinlichkeiten von einzelnen Aussprachevarianten betrachtet.

Die Sprachmodelle wurden für den Erkennungsfall getestet. Es wurde ein kanonisches Wörterbuch mit 364 Einträgen (PhonDat II) sowie ein Variantenwörterbuch mit demselben Vokabular jedoch mit 902 Einträgen (d. h. ca. 2,5 Aussprachevarianten pro Wort) verwendet. Die entsprechenden wort- und variantenbasierten Bigramm-Sprachmodelle wurden aus 3200 Äußerungen (insgesamt 6,8 Mio Wörter) der PhonDat II Datenbasis gewonnen.

Als Testdaten wurden die Äußerungen des Sprechers AWE aus dem PhonDat II Korpus verwendet. Es wurden die Erkennungsergebnisse erhalten, die in den Tabellen 1 und 2 angegeben sind.

Abkürzungen:	NOBG	– kein LM verwendet
	BiGr	– LM verwendet, ohne Berücksichtigung der Übergangswkt.
	Prob	– LM mit Übergangswkt. verwendet
	kanProb	– Bigramm-LM mit kanonischen Übergangswkt.
	#trans – RECOG network	– Größe des Wortschleifenmodells (in Kanten)
	#trans rec	– Größe des Erkennungsnetzwerks (LM+SMG)(in Kanten)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Erkennungsraten ohne Aussprachevarianten grundsätzlich besser ausfallen als mit Aussprachevarianten. Allerdings kann die Erkennungsraten mit Aussprachevarianten durch ein Folgenmodell der Aussprachevarianten (anstelle eines herkömmlichen Sprachmodells) signifikant verbessert werden. Obwohl bisher noch nicht die Erkennungsleistung des kanonischen Wörterbuchs erreicht wurde, sehen wir in der Verwendung eines Variantenfolgenmodells einen vielversprechenden Ansatz.

LM	#trans – RECOG network	1-1-5 #trans rec	1-1-5 Corr / Acc	1-2-8 #trans rec	1-2-8 Corr / Acc
NOBG	969	17.142	30,97 / - 88,71	32.571	31,87 / - 122,04
BiGr	3.848	?	76,57 / 01,08	129.221	77,84 / 2,72
Prob	3.917	68.588	77,04 / 02,86	131.276	76,59 / 56,06

Tabelle 1: Erkennungsergebnisse mit kanonischem Wörterbuch für verschiedene Sprachmodelle und verschiedene Akustische Modelle (1-1-5: SMG mit 3 Zuständen pro Phonem, 1-2-8: SMG mit 6 Zuständen pro Phonem).

LM	#trans – RECOG network	1-1-5 #trans rec	1-1-5 Corr / Acc	1-2-8 #trans rec	1-2-8 Corr / Acc
NOBG	91.667	27.194	26,57 / - 235,38	n/a	n/a
Prob	9.793	168.376	67,95 / - 114,01	321.640	68,79 / -2,37
KanProb	7.220	126.011	60,64 / - 139,41	239.603	61,78 / - 14,17

Tabelle 2: Erkennungsergebnisse mit Aussprachevarianten.

Verbesserung des akustischen Modells

Die Leistungsfähigkeit der akustischen Modelle ist stark von der zum Training verwendeten Datenmenge abhängig. Ungenügen Trainingsmaterial führt besonders bei seltenen auftretenden Phonemmodellen zur unsicheren Schätzung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen. Genauere Untersuchungen haben gezeigt, dass besonders bei fortgeschrittenem Training in einigen Phonemmodellen ganze Ebenen der SMG-Modelle ungültig werden. Dieser Effekt führt zum Ausfall des kompletten Phonemmodells und wirkt sich negativ auf die erreichbaren Phonemerkennungsdaten aus. In unserem Kommandoworterkenner waren ungültige Phonemmodelle die Ursache dafür, dass bestimmte Wörter nie erkannt wurden.

Wir haben das Trainingsset von nur einer CD (CD2) auf alle deutschen Sprachdaten aus Verbmobil I erweitert (Tabelle 1).

	Altes Trainingsset	Neues Trainingsset
Datenbasis	VM-I	VM-I
Verwendete CD's	CD2	CD1-5, CD7, CD12, CD14
Typ	Spontane Dialoge	Spontane Dialoge
Anzahl der Dialoge	224	1655

Tabelle 3: Vergleich der verwendeten Trainingssets

Das größere Trainingsset wirkte sich wie erwartet positiv auf die Phonemerkennungsdaten aus. In Abbildung 9 ist die *Correctness* (beste Kette) über dem Trainingsverlauf für beide Trainingssets dargestellt.

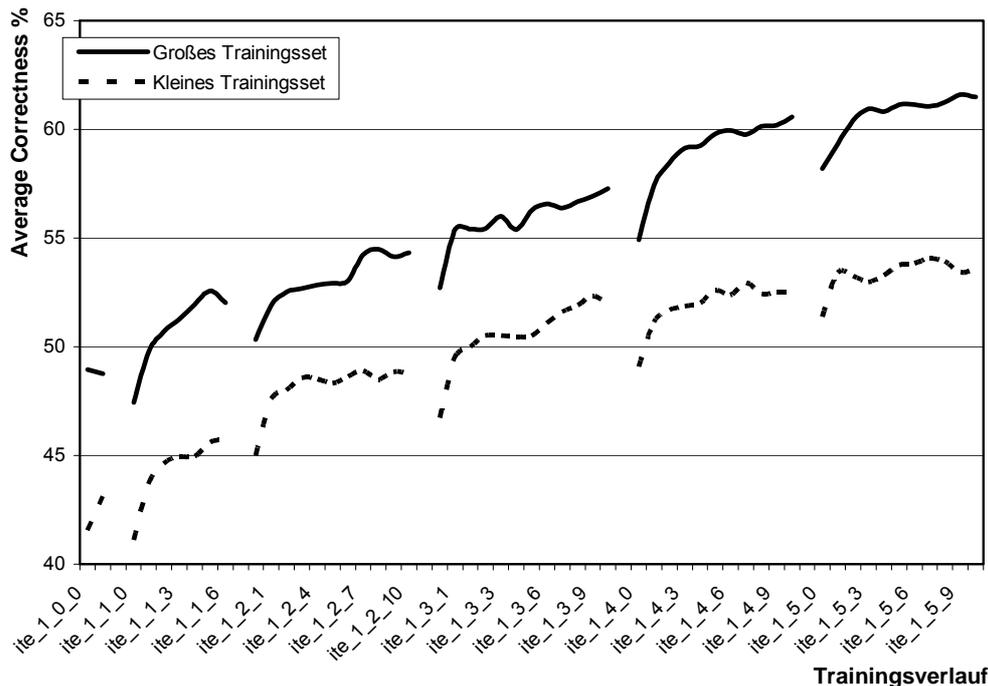


Abbildung 9: Phonemerkennungsraten (Correctness, beste Kette) für die verschiedenen Trainingssets dargestellt über dem Trainingsverlauf

e) Anwendung auf nicht sprachliche Signale

Eine interessante Aufgabe besteht darin zu untersuchen, ob sich Algorithmen der Sprachverarbeitung auch auf nicht sprachliche Signale anwenden lassen.

Im Rahmen des DFG-Projekts „Entwicklung von Datenanalyseverfahren für die Qualitätsbewertung technischer Prozesse, basierend auf spektralen Repräsentationen akustischer Vorgänge“ werden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (EADQ) Dresden Signale, die von technischen Prozessen stammen, klassifiziert. In Vorbereitung des DFG-Antrags wurde dazu die prinzipielle Eignung der Folgenklassifikation für technische Signale anhand von 2 Fallbeispielen untersucht. Die Erprobung erfolgte

1. mit sintermetallurgischen Elementen (Zahnräder) und
2. mit mikrofluidischen Bauelementen (Ventile).

Die Aufgabe bei der Zahnradprüfung besteht einerseits in der Unterscheidung zwischen guten und beschädigten Bauelementen, andererseits müssen die Algorithmen auf Prozessgrößen, wie Produktionsveränderungen, Gewichtsveränderungen und Ölungszustand, reagieren. Bei der Ventilprüfung ist das Ziel, zwischen neuwertigen und gebrauchten Ventilen zu unterscheiden und zusätzlich eine Lebensdaueranalyse durchzuführen.

Zu diesem Zwecke wurde UASR zur Anwendung auf nicht sprachliche Signale erweitert. Dabei erfolgte eine Anpassung der Module für das Trainings- und das Klassifikationsverfahren. Das Ziel dabei war es, die Module so anzupassen, dass sie von den verwendeten Signalen unabhängig sind. Für beide Fälle wurde jeweils nur ein Modell, das die Gutklasse repräsentiert, trainiert.

1. Zur Zahnradprüfung wurden insgesamt 620 Zahnräder untersucht. 20 Testsignale (10 gute und 10 schlechte) wurden als Trainingsatz für die Merkmalstatistik und 160 Signale zum Training der Gutklasse verwendet. Die Klassifikation wurde über die restlichen 450 Signale durchgeführt und lieferte zu 100 % korrekte Ergebnisse.
2. Von den 4000 vorliegenden Signalen wurden die ersten 600 zum Training des Klassenmodells verwendet. Das Modell wurde mit den restlichen 3400 Signalen getestet. Das Verfahren klassifizierte den Alterungszustand zu 98% richtig und lieferte – im Gegensatz zum bisherigen Verfahren – eine auswertbare Tendenzanzeige.

Damit konnten im Vergleich zu den bisher verwendeten Methoden der zerstörungsfreien Prüfung eindeutig bessere Ergebnisse erzielt werden. So wurde bei der Zahnradprüfung die Trennschärfe deutlich erhöht. Ebenso gelang es im 2. Versuch, einerseits neuwertige von gebrauchten Ventilen zu un-

terschieden und sogar erste Aussagen über eine Lebensdaueranalyse bzw. Tendenzanzeige abzuleiten.

Schon diese beiden Versuche machten deutlich, dass die Folgenklassifikation auf technische Signale anwendbar ist. Bereits der einfache Versuchsaufbau zeigte sehr gute Ergebnisse. Es konnte eine auf einem SMG-Modell basierende Klassifikationsmethode erfolgreich auf nicht sprachliche Signale angewendet werden.

3.2.3 Sprachsynthese

a) Modellierung spontansprachlicher Effekte

Eine korrekte zeitliche Struktur eines synthetisierten Signals hat einen großen Einfluss auf die empfundene Natürlichkeit synthetischer Sprache. Um synthetische Sprache natürlicher und umgangssprachlicher klingen zu lassen, versuchen wir spontansprachliche Effekte in die Synthese zu integrieren. Die Wahrnehmung des Sprechrhythmus wird durch Akzente realisiert, die über den Satz verteilt sind. Neben Grundfrequenz und Energie ist die Segmentdauer entscheidend für die Wahrnehmung der rhythmischen Struktur der Sprache.

Wie von JURAFSKY et al. gezeigt wurde, ist die Sprechrate der Wörter in einer Äußerung von der Folgenwahrscheinlichkeit der Wörter abhängig. Häufiger verwendete Wörter werden im Allgemeinen schneller und weniger akkurat gesprochen als selten benutzte Wörter. Wie sehr ein wahrscheinliches Wort verkürzt wird ist dabei vom Worttyp selbst, als auch vom entsprechenden n -Gramm abhängig. Während die normalen (linksseitigen) n -Gramm-Wahrscheinlichkeiten die Reduktion von Funktionswörtern beeinflussen, korrelieren die vorwärts gerichteten (auch rechtsseitigen oder reverse genannten) n -Gramme eher mit Inhaltswörtern.

Basierend auf diesen Erkenntnissen, haben wir eine auf Sprachmodell-Wahrscheinlichkeiten basierende Dauersteuerung in unseren Sprachsynthesator integriert. Dabei wird die Folgenwahrscheinlichkeit eines Wortes (und seines Kontextes) dazu verwendet, die lokale Sprechrate einer Äußerung zu bestimmen. Hörtests zeigten eine leichte Verbesserung der Beurteilung des Gesamteindrucks. 58 % der Testbeispiele wurden als besser bewertet, wenn die Lautlängenberechnung mittels Sprachmodell erfolgte.

Die bloße Stauchung oder Dehnung der Aussprache einzelner Teile eines Wortes trägt jedoch nur in einem relativ geringen Maß zur Natürlichkeit der synthetisch erzeugten Sprache bei. Häufiger wird eine höhere Sprechrate durch die Verschleifung oder Auslassung bestimmter Phoneme erreicht. Gleichzeitig bedeutet langsames Sprechen meist nicht, dass Phoneme länger, sondern eher akkurater ausgesprochen werden.

Wir haben eine Aussprachemodellierung als Alternative zur regelbasierten und kanonischen Graphem-zu-Phonem-Umsetzung für die Sprachsynthese angewendet und erste, viel versprechende Ergebnisse erzielt. Die Graphem-zu-Phonem Umsetzung wurde so integriert, dass abhängig von den durch das Sprachmodell vorgegebenen Wortdauern geeignete Aussprachevarianten aus einem Aussprachelexikon ausgewählt werden. Da verschiedene Varianten unterschiedlich lang sind – also unterschiedliche inhärente Dauern haben – steuert diese Graphem zu-Phonem Umsetzung indirekt die Sprechgeschwindigkeit.

Hörtests zeigten, dass der Einsatz der Aussprachevarianten zu einer höheren Akzeptanz der Synthesequalität im Bereich der Natürlichkeit und Spontansprachlichkeit führt. 74 % der Testbeispiele unter Verwendung der Variantenauswahl wurden als umgangssprachlicher eingestuft (54 % als natürlicher). Die Einbeziehung dieses Ansatzes in das System UASR wurde bereits unter 3.2.2.c) beschrieben.

b) Grundlagenarbeiten Prosodie

Motivation

Das bereits im Jahresbericht 2002 skizzierte Prosodiemodell des Deutschen (IGM) umfasst die Steuerung der Fujisaki-Parameter zur Erzeugung der Grundfrequenzkontur, die Steuerung von Silben- und Pausendauern sowie die silbenbasierte Intensitätssteuerung.

Dieses Modell kann mit verschiedenen Sprecher- und Sprechstildaten trainiert werden. Die Anwendbarkeit auf weitere Sprachen wurde am Beispiel des Mandarin-Chinesischen nachgewiesen.

Im Detail ergeben sich zwei grundsätzliche Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung:

- Weitere Qualifizierung der linguistischen Eingangsparameter, um Fehler in der Modellreaktion bereits an der Wissensquelle weitestgehend zu unterdrücken.

- Eine genauere Untersuchung des Einflusses von Intensitätsparametern (z. B. RMS-Wert). Der Einfluss der Sprechintensität bezüglich der Sprachsynthesequalität wurde zumindest im deutschen Sprachraum bisher ungenügend untersucht.

Arbeiten zur Sprechintensität

Der Fokus der Arbeiten³ lag auf der Untersuchung weiterer Einflussfaktoren, welche die Prädiktionsqualität von Intensitätskonturen - insbesondere auf Lautebene - verbessern können. Dafür wurde ein deutscher Nachrichtenkorpus in Bezug auf typische Intensitätsmuster analysiert.

Die Untersuchung beinhaltete u. a. folgende vier Faktoren:

- Intra-individuelle Streuung (wiederholte Äußerungen des gleichen Sprechers),
- Phonemposition innerhalb einer Phrase bzw. einer Silbe,
- Kontexteinflüsse (z. B. Klasse der Umgebungslaute),
- Interaktion der Intensität mit anderen prosodischen Parametern wie z. B. mit der Grundfrequenz F0.

Die F0-Intensitäts-Interaktion hat den signifikantesten Einfluss auf den Intensitätsverlauf und wurde anhand von 20 unterschiedlichen Stimuli von 32 Hörern bewertet. Für diesen Test wurden ein einfaches, lineares Intensitätsmodell genutzt und natürliche Sprachprompts entsprechend modifiziert. Die Verschlechterung der Hörqualität gegenüber dem Original war mit 0.3 bezüglich der ITU-T-konformen MOS-Skala recht gering, was als Beleg für die Anwendbarkeit dieser Relation gewertet wurde. Abbildung 10 stellt die F0-Intensitäts-Interaktion für ein typisches Datenbeispiel dar.

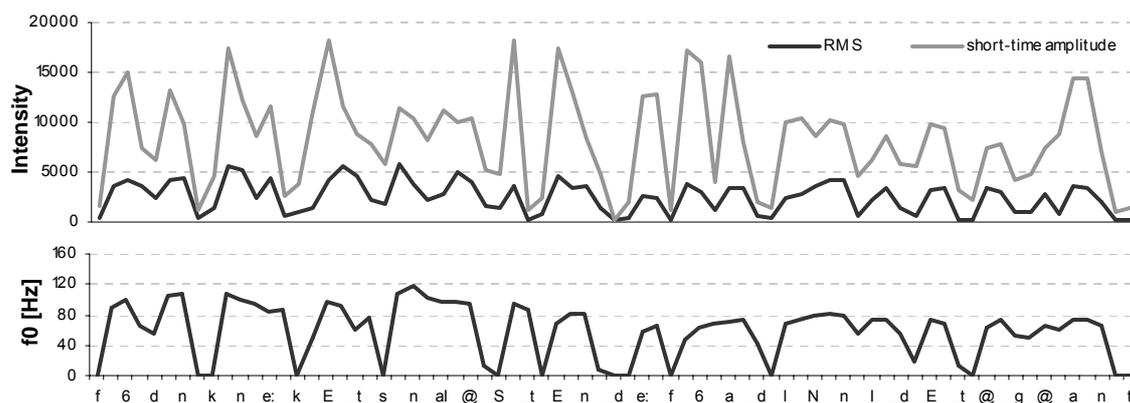


Abbildung 10: F0-Intensitäts-Interaktion für den Beispielsatz (Ausschnitt): „... vor den Konsequenzen eines Scheiterns der Verhandlungen in Dayton gewarnt.“

Neben diesen Ergebnissen gab es weitere interessante, teilweise überraschende Erkenntnisse. So war z. B. die intraindividuelle Streuung bei halbstündlich wiederholten Phrasen (vom gleichen Nachrichtensprecher) oft sehr gering, wie das Beispiel in Abbildung 11 zeigt.

"Bundeskanzler Kohl hat vor den Konsequenzen eines Scheiterns der Verhandlungen in Dayton gewarnt."

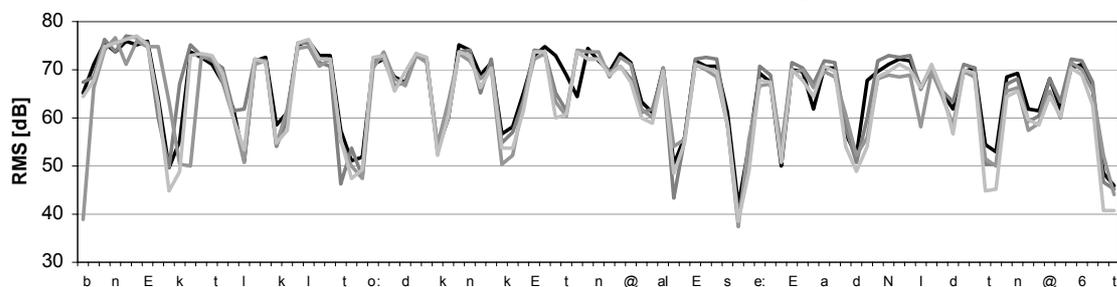


Abbildung 11: Intra-individuelle Streuung der Intensität bei wiederholten Phrasen (Satzbeispiel analog Abbildung 10).

³ O. Jokisch, M. Kühne, *An investigation of intensity patterns for German*, Proc. EUROSPEECH, 165-168, Geneva, 2003.

Die Mehrheit der Messungen bestätigte frühere Experimente für andere Sprachen wie z. B. Französisch. So bewegten sich die Intensitäts-Verteilungen abhängig von Phonemposition bzw. Phonemkontext in ähnlicher Größenordnung wie bei anderen Veröffentlichungen.

c) Simulation von Sprechstilen in synthetischer Sprache

Um die Natürlichkeit von Sprachsynthese zu erhöhen, sollen Sprechstile in synthetischer Sprache simuliert werden. Der am Institut verfolgte Ansatz besteht darin, dies durch eine Anpassung der Prosodie an den zu simulierenden Sprechstil zu erreichen. Um die prosodischen Unterschiede verschiedener Sprechstile beschreiben zu können, ist am Institut eine Datenbasis mit im Stil variiertes Lesesprache aufgenommen worden (Jahresbericht 2002). Zur prosodischen Analyse dieser Datenbasis sollen die Parameter eines Intonationsmodells aus den Sprachaufnahmen automatisch extrahiert werden. Dabei wird das Intonationsmodell von Fujisaki verwendet. Der für diese Aufgabenstellung am Institut entwickelte Algorithmus ist nachfolgend beschrieben. Anschließend wird auf die Analyse der Prosodie verschiedener Sprechstile eingegangen.

Automatische Extraktion der Fujisaki-Parameter

Das Intonationsmodell von Fujisaki beruht auf der Beobachtung, dass sich F0-Konturen aus der Überlagerung sehr langsamer wellenförmiger Bewegungen, die mit linguistischen Phrasen korrespondieren, und verhältnismäßig schnelleren Bewegungen, die mit linguistischen Akzenten korrespondieren, zusammensetzen. Dementsprechend werden F0-Konturen durch die Überlagerung einer Phrasen- und einer Akzentkomponente sowie einem Offset-Wert modelliert. Bei richtiger Schätzung der Parameter dieser Komponenten werden mit dem Modell F0-Konturen erzeugt, die mit gemessenen F0-Verläufen sehr gut übereinstimmen. Bei der Entwicklung des Modells wurde die Bestimmung der Parameter manuell bzw. semiautomatisch vorgenommen. Ein zuverlässig arbeitender Algorithmus zur automatischen Extraktion der Modellparameter existiert derzeit noch nicht, ist aber auf Grund der zu verarbeitenden Datenmenge dringend erforderlich. Deshalb wurde am Institut seit einigen Jahren daran gearbeitet, einen eigenen Algorithmus für die Parameterextraktion zu entwickeln. Diese Arbeiten kamen 2003 durch zwei Veröffentlichungen zu einem vorläufigen Höhepunkt [Kruschke_ICASSP2003] [Kruschke_Eurospeech2003]. Nach der Extraktion der F0 aus dem Sprachsignal und einer anschließenden Fehlerbereinigung und Glättung der F0-Kontur besteht der Extraktionsalgorithmus aus den Stufen (1) Erstabschätzung der Modellparameter und (2) Optimierung der Parameter der Erstabschätzung. Für Schritt (1) müssen die Phrasen- und Akzentkomponenten zunächst in der F0-Kontur detektiert werden. Dies stellt signalanalytisch in sofern ein Problem dar, dass diese Komponenten sehr niederfrequent sind ($f < 10\text{Hz}$) und im niederen Frequenzbereich dicht beieinander liegen. Weiterhin sind die Signalkomponenten weder stationär noch quasistationär und sie führen auch keine vollständige Schwingung um die Zeitachse aus. Die vorgeschlagene Lösung besteht darin, eine Wavelet-Analyse der F0-Konturen durchzuführen. Der Vorteil der Wavelet-Transformation gegenüber der STFT besteht darin, dass die Aufbaufunktion unter Einhaltung gewisser Randbedingungen frei wählbar ist. Eine Aufbaufunktion die dem Verlauf der Phrasen- und Akzentkomponenten nahe kommt, ist das Mexican Hat Wavelet. Nachdem die F0-Kontur mit einer diskretisierten Version der kontinuierlichen Wavelet-Transformation verarbeitet wurde, können die Phrasen- und Akzentkomponenten in den Skalen der Transformierten anhand von Minima und Maxima gut detektiert werden. Die Modellparameter werden dann über einen Mustervergleich an den Detektionszeitpunkten gewonnen. Für die Optimierung dieser Parameter in Schritt (2) wird eine Evolutionsstrategie verwendet. Dabei handelt es sich um ein heuristisches Optimierungsverfahren, dass die Modellparameter so lange variiert, bis der Fehler zwischen der modellgenerierten Kontur und der gemessenen F0-Kontur einen Minimalwert erreicht bzw. eine vorgegebene Anzahl von Versuchen durchlaufen wurde. Nach Analyse von ca. 45 min. Sprachdaten eines männlichen Nachrichtensprechers (mittlere F0 ca. 100 Hz) beträgt der mittlere quadratische Fehler zwischen den beiden Konturen im Mittel $\text{RMS} = 2,84\text{ Hz}$.

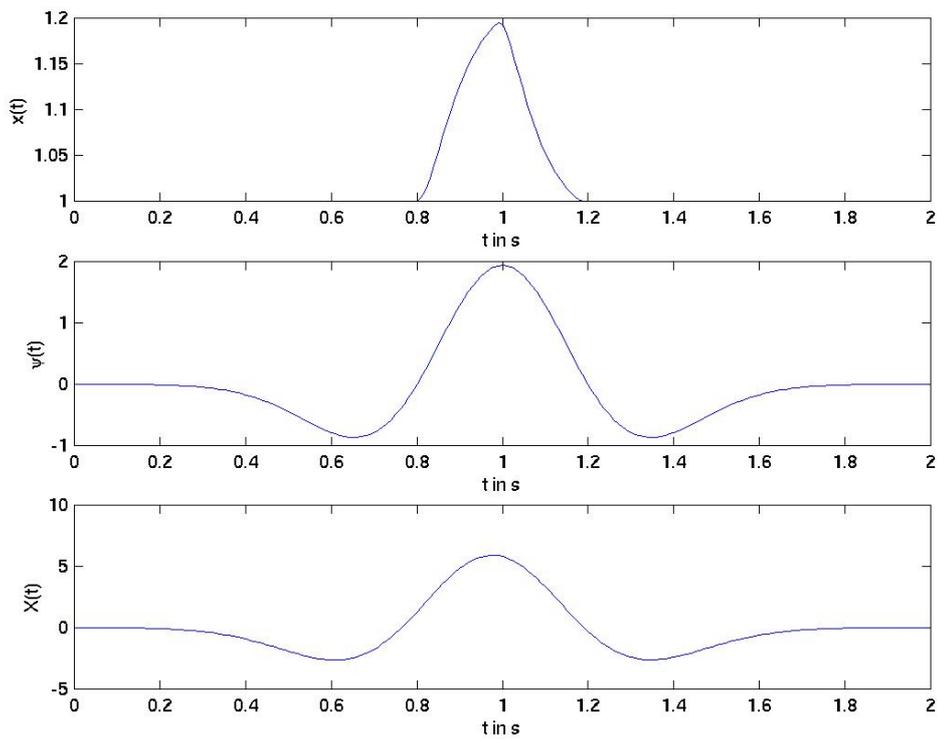


Abbildung 12: oben: F0-Kontur eines einzelnen Akzentes, mitte: Mexican Hat Wavelet; unten: Verlauf der Koeffizienten einer Skala nach Wavelet-Transformation.

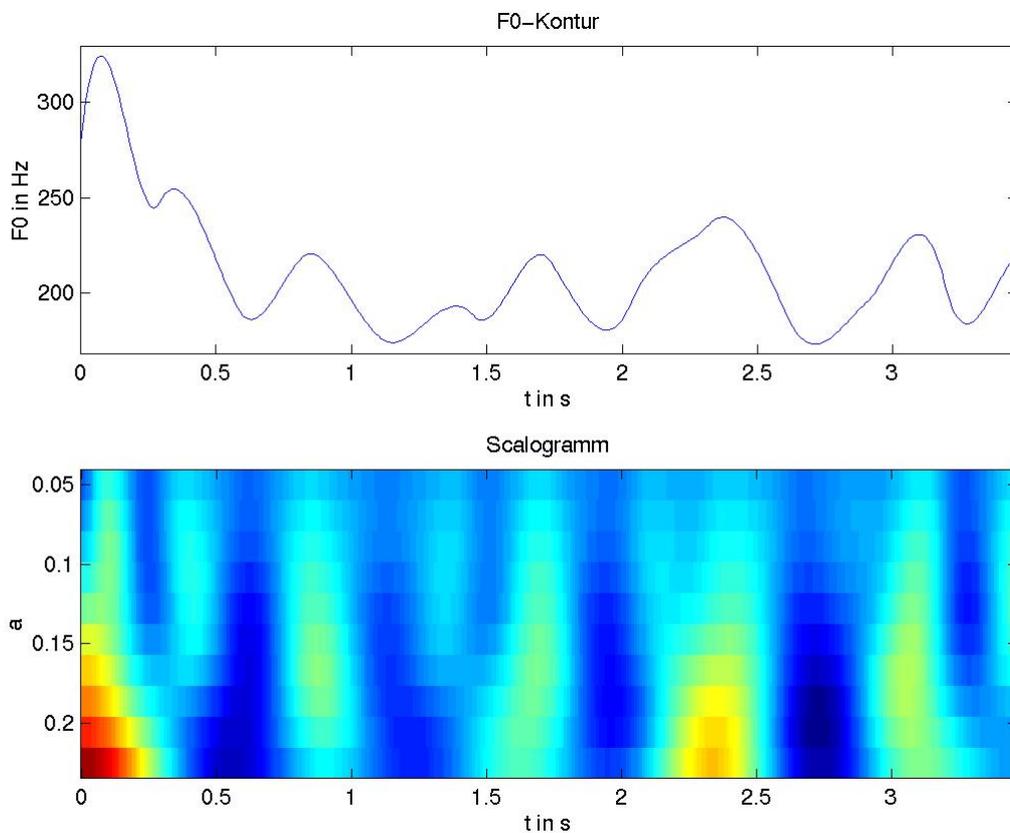


Abbildung 13: F0-Kontur und dazugehöriges Skalogramm.

Analyse sprechstilspezifischer Prosodie

Um die prosodischen Unterschiede verschiedener Sprechstile zu beschreiben, wurden Sprachaufnahmen von Nachrichten- und Märchentexten, die von einer professionellen Sprecherin gelesen worden waren, analysiert (Stile "Nachrichten" und "Märchen"). Die Dauer der Aufnahmen beträgt je Stil ca. 25 min. Zusätzlich zu den eigentlichen Texten waren in beiden Textarten die gleichen fünf Absätze zu je 4-5 Sätzen Länge enthalten, die von weitgehend genre neutralem Inhalt sind. Damit sollen prosodische Eigenheiten der Stile unabhängig vom Text untersucht werden. Die prosodische Analyse dieser Datenbasis bezog sich auf F₀, Dauer und Energie, wobei zur Intonationsanalyse auch die Parameter des Fujisaki-Modells verwendet wurden. Im Wesentlichen wurden die nachfolgend beschriebenen Ergebnisse gefunden. Für Märchen wird, unabhängig vom Text, ein merklich größerer Bereich der makroprosodischen F₀ genutzt als für Nachrichten. Die Akzentdauern von Märchen sind, unabhängig vom Text, nur geringfügig länger als die von Nachrichten und bilden wohl keinen signifikanten Unterschied zwischen den Stilen. Signifikant sind dagegen die größeren Akzentamplituden der Märchen, die sich auch in stärkeren F₀-Hüben an den Akzenten der Märchen wieder finden. Dieser Unterschied fällt bei neutralem Text allerdings merklich geringer aus. Bei den Phrasendauern zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Stilen bei stiltypischem Text. Bei neutralem Text sind die Phrasendauern von Märchen jedoch länger als bei Nachrichten. Bei stiltypischem Text sind die Phrasenamplituden der Märchen signifikant geringer als die der Nachrichten. Bei neutralem Text ist dies jedoch nicht der Fall. Die Werte der Basisfrequenz F_b des Fujisaki-Modells liegen bei Märchen etwas niedriger als bei Nachrichten, unabhängig vom Text. Die Sprechrate von Märchen ist signifikant niedriger als die von Nachrichten, unabhängig vom verwendeten Text. Werden die Mittelwerte der logarithmierten Phonemdauern je Phonem verglichen, so finden sich folgerichtig auch hier höhere Werte von Märchen gegenüber Nachrichten. Die prozentuale Abweichung der Mittelwerte fällt jedoch für die einzelnen Phoneme sehr unterschiedlich aus. Die Pausendauern der Märchen sind, auch bei gleichem Text, signifikant länger als bei Nachrichten. Dies ist auch ein entscheidender Faktor für die insgesamt größere Satzlänge von Märchen. Bei gleichem Text weisen die Märchen im Mittel etwas mehr Phrasenkommandos auf als die Nachrichten. Dies erklärt, warum bei signifikant geringerer Sprechrate von Märchen trotzdem nur ein geringerer Unterschied in den Phrasendauern bestehen kann. Weiterhin treten in Märchen etwas weniger Akzente auf als in Nachrichten. Dafür haben die Akzente in Märchen dann aber einen größeren F₀-Hub.

d) Markierung von Grundfrequenzperioden

Derzeit übliche Verfahren zur Sprachsynthese beruhen auf der Verkettung und Manipulation von Zeitfunktionseinheiten. Das dafür verwendete Verfahren PSOLA bzw. PSOLA-ähnliche Verfahren benötigt eine Markierung der Sprachgrundperioden (Periodenmarken). Im Institut wurde ein Algorithmus zur verbesserten automatischen Markierung der Grundperioden im Sprachsignal entwickelt. Der Algorithmus basiert auf einem Mehrkanalprinzip. Im Hilfskanal extrahiert ein Algorithmus Periodenmarken im Bildbereich der Kurzzeittransformation. Dazu wurde eine modifizierte Variante des SIFT-Algorithmus nach Markel verwendet. Dieser Algorithmus nutzt aus dem Sprachsignal gewonnene LPC-Parameter, um mittels inverser Filterung des Sprachsignals mit diesen Parametern Anregung und Bewertung des Sprachsignals zu trennen. Im Residualsignal der inversen Filterung wird mittels Autokorrelationsfunktion die F₀ bestimmt. Die Modifikation dieses Algorithmus besteht darin, dass das Residualsignal vor der AKF mittels dyadischer Wavelet-Transformation entauscht wird.

Im Hauptkanal des Periodenmarken-Bestimmungsalgorithmus werden glottale Verschlusszeitpunkte mittels dyadischer Wavelet-Transformation markiert. Zur Auswahl der besten Periodenmarken unter mehreren markierten Kandidaten werden die Ergebnisse der F₀-Extraktion im Hilfskanal herangezogen.

Zum Test des entwickelten Algorithmus wurden Sprachaufnahmen verwendet, für die Periodenmarken aus parallel aufgezeichneten Elektroglottogrammen gewonnen werden konnten. In diesem Vergleich konnte eine Verbesserung der Genauigkeit der Periodenmarkierung mit dem entwickelten Algorithmus gegenüber herkömmlichen Verfahren gezeigt werden. Diese Ergebnisse konnten im Hörversuch mit Sprach-Resynthese untermauert werden.

e) Embedded-Sprachsynthese

In den Jahren 2001-2002 wurde an der TU Dresden das ressourcenminimierte TTS-System microDRESS konzipiert und entwickelt⁴ (vgl. Jahresbericht 2002).

Auf Basis dieser Arbeiten erfolgte 2003 in Kooperation mit der Siemens AG, München, eine Weiterentwicklung der Embedded-Technologie, um mehrsprachige Syntheseanwendungen (z. B. Talking Multimedia Interfaces, TMMI) für Mobiltelefone mit extrem kleinen Speicheranforderungen und möglichst hoher perceptiver Qualität zu unterstützen. Dabei konzentrierte sich Siemens auf die linguistischen und prosodischen Verarbeitungsschritte auf Basis neuronaler Netze, während sich die TU Dresden auf die akustische Kerntechnologie (Signalmanipulation, Inventardatenkompression, Signalkodierung, Hörqualität) konzentrierte. Im Ergebnis entstand das kommerziell genutzte Sprachsynthesystem „Papageno-Embedded“.

Konzeption der akustischen Komponente

Neben dem Entwurf einer neuen weiblichen Stimmdatenbasis (Deutsch) stand bei den Arbeiten an der TU Dresden die Verknüpfung innovativer Kodierverfahren aus der Mobilkommunikation (z. B. Adaptive MultiRate vocoder, AMR) mit effizienten Signalmanipulationsverfahren aus der Sprachsynthese im Vordergrund.

Der von Siemens bereitgestellte AMR-Dekoder wurde für die akustische Synthese angepasst. Mit dem entsprechenden AMR-Kodierer wurden die Inventare erzeugt. Das AMR-Verfahren basiert auf einem CELP-Verfahren (Code Excited Linear Prediction).

Der Dekoder rücksynthetisiert das Sprachsignal, wobei Dekodierung und Synthese in einem integrierten Algorithmus erfolgen. Die akustische Synthese generiert dabei die gewünschte Grundfrequenzkontur entsprechend den Vorgabeparametern aus der linguistischen Vorverarbeitung. Die Phonemdauern werden durch Einfügen bzw. Auslassen von Signalperioden und Koeffizienten-Datensätzen gesteuert.

Inventargenerierung und Inventargrößen

Der AMR-Kodierer wurde für die Erstellung der kodierten Inventare verwendet. Dabei wurde jeder Baustein des Inventars einzeln kodiert. Entsprechend den acht Kodierungsstufen des 8 kHz-Codecs (12.2, 10.2, 7.95, 7.4, 6.7, 5.9, 5.15 bzw. 4.75 kbit/s) wurden acht Inventare einer, für das Projekt aufgenommenen, Stimme erzeugt.

Folgende Tabelle stellt die Inventargrößen im Vergleich dar:

Kodierstufe (kbit/s)	12.2	10.2	7.95	7.4	6.7	5.9	5.15	4.75	Orig. (PCM)
Inventargröße (kB)	293	240	188	188	171	153	136	118	2.537

Die Ergebnisse eines MOS-Hörtests zeigen eine leichte Absenkung der Qualität im Vergleich zum zeitbasierten Verkettungsverfahren auf Basis des unkodierten Inventars (acsyn3). Bei einer Standardkodiertrate von 10.2 kbit/s beträgt der MOS 3.20 im Gegensatz zu 3.45 im unkodierten Fall.

Durch ein effizientes Datenspeicherverfahren konnte außerdem die Größe der Inventarbeschreibungsdaten von 334 kB (DRESS) auf 14 kB (Embedded-Papageno) gesenkt werden.

f) Weiterentwicklung der Sprachsynthese für Mandarin-Chinesisch

Das Text-to-Speech-System DRESS enthält u. a. ein Modul zur Mandarin-Chinesisch-Synthese, welches mittels silbenbasierter Verkettung abgespeicherter Zeitfunktionsabschnitte funktioniert und aus Textanalyse, Prosodiemodellierung und akustischer Synthese besteht. In den Vorjahren wurde vor allem an der Verbesserung der prosodischen Komponente geforscht (vgl. u. a. Jahresbericht 2002)

⁴ R. Hoffmann, O. Jokisch, D. Hirschfeld, G. Strecha, H. Kruschke, U. Kordon, *A multilingual TTS system with less than 1 megabyte footprint for embedded applications*, Proc. ICASSP, Hong Kong, 2003.

G. Strecha, O. Jokisch, R. Hoffmann, *A resource-saving modification of TD-PSOLA*, Proc. Workshop on Advances in Speech Technology (AST), Maribor, 2003.

zumal die Qualität des Silbeninventars einschließlich der akustischen Komponente bereits eine hohe Sprachqualität unterstützte.

Die Forschungsarbeiten im Jahr 2003 betrafen vor allem die Schwierigkeiten bei der Textanalyse. Chinesische Texte liegen üblicherweise ohne Wortgrenzen vor – eine Information, welche in weiteren Verarbeitungsebenen (Prosodie, Akustik) eine wichtige Rolle spielt.

Derzeit müssen Wortgrenzen manuell während der Synthese eingefügt werden. Im Verlauf der Arbeiten war es nötig, eine vollautomatische Lösung zu integrieren.

Problembeschreibung

Die Basiseinheit der chinesischen Sprache ist das Morphem. Das Morphem wird durch ein chinesisches Zeichen charakterisiert. Ein chinesischer Satz wird durch einen String an Morphemen ohne Zwischenraum gebildet. Dies stellt spezielle Anforderungen an die linguistische Verarbeitung, welche um einen passenden Algorithmus zur Separierung der Wörter ergänzt werden muss.

Realisierung⁵

Um dieses Problem zu lösen, wird ein lexikonbasierter Maximum Matching String (MMS) angewendet. Der chinesische Text wird von links nach rechts durchsucht, wobei alle passenden Wörter mit den Wörtern in einem abgespeicherten Lexikon verglichen werden. Dieser MMS besagt, dass die plausibelste Segmentation durch 3-Wort-Ketten mit maximaler Länge gebildet wird. Die Verarbeitungszeit ist nur unwesentlich länger als ein einfaches Word Matching und die Akkuratheit ist in etwa gleich wie bei einem Look Ahead Matching über den ganzen Satz. Um die verbleibende Mehrdeutigkeit aufzulösen, werden einige heuristische Regeln integriert.

Der MMS erreicht eine sehr gute Performanz bezüglich der Wörter, welche bereits im Lexikon gespeichert sind, wobei zusätzlich ein guter Algorithmus bezüglich Zeitformaten, Ordnungszahlen und Eigennamen integriert werden muss. Zusätzlich wird in DRESS eine Wortliste mit einer guten Gesamtdeckung integriert. Mit diesen zusätzlichen Modifikationen erreicht die Wortsegmentierung eine hohe Akkuratheit.

Um weitere Verbesserungen in der Zukunft zu gewährleisten, könnte ein statistisches Modell in das System integriert werden. Außerdem lassen sich Verbesserungen durch Berücksichtigung der Part of Speech (POS)-Information erreichen.

g) Multilinguale bzw. polyglotte Sprachsynthese

Die Mehrsprachigkeit ist stets eine wichtige Forderung in Anwendungen der Sprachsynthese DRESS bzw. der Embedded-Varianten wie microDRESS bzw. Papageno-embedded.

Im bereits erwähnten Gemeinschaftsprojekt bezüglich einer Sprachsyntheselösung für TMMI/CNA-Anwendungen entwickelten Siemens CT und TU Dresden ein Modul zur deutschen Sprachsynthese. Dabei wurden ein multilingual einsetzbarer Code sowie eine weibliche Sprecherdatenbasis für Deutsch generiert und getestet. Um reale Produktszenarien auf mobilen Geräten (z. B. Handy) zu ermöglichen, müssen weitere Sprachdatenbasen in mehreren Sprachen entwickelt werden.

Im Prinzip ließen sich alle gewünschten Sprachen sequentiell nacheinander bearbeiten und implementieren ("multilinguale Bearbeitung"). Allerdings gibt es gewisse Merkmale, welche ggf. für eine Parallelisierung der Datenbasen-Entwicklung sprechen. Interessant wäre zum Beispiel die Verfügbarkeit einer Sprecherin, welche mehrere Sprachen in muttersprachlicher Qualität beherrscht und so "homogene" Sprachausgaben in einem Gerät ermöglichen würde. Eventuell können auch Synergien bei der Speicherbelegung durch ähnliche Inventareinheiten (in verschiedenen Sprachen) entstehen.

Um ein solches "polyglottes" Konzept zu realisieren, müssen mehrere offene Fragen untersucht werden:

- Grundlegende Vor- und Nachteile multilingualer bzw. polyglotter Inventartechnologie.
- Qualität: Gibt es perzeptive Differenzen zwischen monolingualen und polyglotten Inventaren?
- Effizienz: Wieviel Datenspeicher benötigen die unterschiedlichen Konzepte?
- Aufwand: Mit welchem manuellen Aufwand muss bei der Inventarerstellung entsprechend der unterschiedlichen Konzepte gerechnet werden?

Im Rahmen einer entsprechenden Studie wurden folgende Schritte durchgeführt:

⁵ H. Ding, O. Jokisch, *Development of a word identification system for Mandarin Chinese synthesis*, Proc. 13th Czech-German Workshop on Speech Processing, Prague, 2003.

- Untersuchung der Machbarkeit eines polyglotten (gemischten) Sprachbausteininventars,
- Erstellung eines polyglotten Phonem-Sets am Beispiel Deutsch, Englisch und Spanisch,
- Auswahl einer geeigneten Sprecherin,
- Aufnahme und Schnitt mono- bzw. polyglotter Mini-Inventare (je 5 Sätze),
- Objektive und subjektive Gegenüberstellung der Mini-Inventare,
- Einsparung von Diphon-Einheiten (bzw. Speicher) durch Mehrfachnutzung über die Sprachgrenzen hinweg.

Insgesamt ist der Effekt des hier untersuchten polyglotten Ansatzes auf die Sprachqualität bzw. den Speicherbedarf eher geringer als zuvor erwartet. Die genauen Messergebnisse können anhand der (internen) Studie nachvollzogen werden.

Abgesehen von den quantitativ eher geringen Auswirkungen entsprechen die qualitativ beobachteten Effekte (v. a. im Hörtest) durchaus den Erwartungen. Überraschend ist lediglich die Tatsache, dass die erwarteten fremdsprachlichen Effekte (Verwechslung der verschiedenen Spracheinflüsse im polyglotten Inventar) kaum oder nicht wahrgenommen wurden.

h) Sprechendes Wörterbuch

Am Institut für Sprechwissenschaft und Phonetik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg besteht eine durch das *Wörterbuch der deutschen Aussprache* (1964) und das *Große Wörterbuch der deutschen Aussprache* (1982) belegte Tradition der Dokumentation empirischer orthoepischer Untersuchungen in Form von Aussprachewörterbüchern. Ein neues Aussprachewörterbuch wird nun vorbereitet, wobei beabsichtigt ist, über eine beigelegte CD-ROM die Einträge des Wörterbuches hörbar zu machen. Dieses Merkmal soll die folgenden Kreise ansprechen:

- alle nativen Sprecher, die beruflich die Standardaussprache nutzen,
- alle Lehrenden und Lernenden im Bereich Deutsch als Fremdsprache,
- alle an orthoepischen Fragen und Problemen der Sprachkultur interessierten Sprachbenutzer.

Da der Aufwand für die Erstellung und Speicherung von Audiofiles viel zu groß wäre (etwa 6 Gigabyte für die vorgesehene Menge von ca. 150 000 Hörbeispielen), soll eine hochwertige Sprachsynthese entwickelt werden, deren Technologie auf DRESS beruht. Dazu ist das Synthesesystem in einer Hinsicht zu erweitern, während es in einer anderen vereinfacht werden kann:

- Herstellung eines neuen, hochwertigen Diphoninventars, das auf einer Liste mit allen phonetisch relevanten Lautvarianten beruht,
- Herstellung einer Variante von DRESS, bei der die Vorverarbeitung stark vereinfacht wurde, weil als Ansteuerinformation bereits der IPA-Code zur Verfügung steht. Die Prosodiegenerierung ist so zu modifizieren, dass nur die Wortprosodie generiert wird.

Entsprechend dieser Zielstellung wurde ein gemeinsames Projekt definiert, dessen Partner eine Gruppe des genannten Instituts in Halle unter Leitung von Frau Prof. Ursula Hirschfeld sowie unsere Arbeitsgruppe sind.

Im Berichtsjahr wurde zunächst eine Untersuchung mit dem Ziel durchgeführt, besondere Schwachstellen der Sprachsynthese zu identifizieren, die dann für ein sprechendes Wörterbuch zu verbessern wären. Für einen Hörtest wurden 10 Sätze aus dem Berliner Korpus jeweils mit synthetischer und mit gemappter Prosodie sowie 35 Einzelwörter benutzt, die durch 50 Studenten aus Dresden und 50 Studenten aus Halle beurteilt wurden. Die Ergebnisse, die für die Optimierung des Inventars wichtige Hinweise lieferten, wurden zum 15. Internationalen Phonetikkongress veröffentlicht.

Auch die Realisierung des Projektes wurde im Berichtszeitraum begonnen. Die Partner in Halle definierten eine umfangreiche Liste von Trägerwörtern für die erforderlichen Diphone, die nun gesprochen werden sollen. In Dresden entstand eine erste Version des Synthesystems, das die Bezeichnung lexDRESS erhielt.

i) Messebeteiligung „CeBIT america 2003“ in New York

Um die Kompetenz des Institutes auf dem Gebiet der Sprachtechnologie zu demonstrieren und weitere internationale Partner zu gewinnen, wurden aktuelle Exponate vom 18. - 20. Juni auf der erstmalig stattfindenden CeBIT america in New York präsentiert.

Unter dem Slogan „Embedded Speech Solutions“ wurde die eigene Anwendung *MDRESS für Pocket PC* live auf einem PDA für Deutsch bzw. US English vorgeführt. Sie stellt ein vollwertiges Text-to-Speech-System für multimediale Anwendungen auf PDA dar.

Ebenfalls auf PDA wurde der Embedded-Spracherkenner *verbKey Pocket* des Kooperationspartners voice INTER connect GmbH präsentiert.

Mit dem Stichwort „Web-based Speech Services“ wurde eine selbst entwickelte Java-basierte Speech Engine (*Jlab Speech Server*) vorgeführt. Sie stellt Applets zur automatischen Spracherkennung, zur Sprachsynthese bzw. Sprecherverifikation bereit und wurde für e-Learning-Applikationen optimiert. Dabei können die entwickelten Sprachtechnologiedienste via Internet genutzt werden. Die gezeigte Beispielanwendung einer sprachgeführten Multiple Choice-Prüfung mittels Laptop stieß auf reges Interesse.



Abbildung 14:
TTS-System MDRESS Pocket

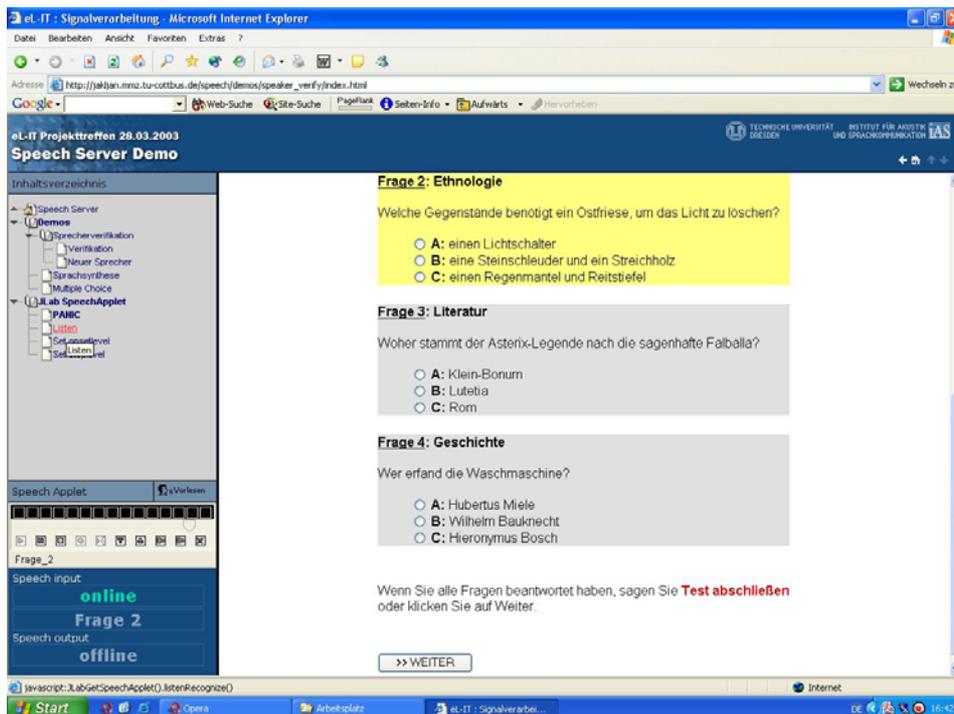


Abbildung 15: Sprachgesteuerte Multiple Choice-Prüfung

3.2.4 Aktivitäten im BMBF-Programm „Neue Medien in der Bildung“

a) Modulentwicklung und Einsatzerfahrungen

Die Arbeiten im Rahmen des Verbundprojets „eL-IT“ (<http://www.el-it.de/>, Projektlaufzeit: 06/2001 bis 12/2003), das vom BMBF-Förderprogramm „Neue Medien in der Bildung“ ins Leben gerufen wurde, haben Ende 2003 ihren Abschluss gefunden. Aufgrund der noch notwendigen Evaluation der im WS 2003/04 getesteten E-Learning-Module wird das Projekt kostenneutral bis März 2004 weitergeführt.

Ziel des Projektes war es, E-Learning-Module für Studiengänge der Informations-, Kommunikations- und Medientechnik zu entwickeln und die Grundlagen für einen Internet-basierten multimedialen Studiengang zu schaffen.

Die vier beteiligten Projektpartner waren die BTU Cottbus, die TU Berlin, die Universität GH Kassel und die TU Dresden.

Wie schon im Vorjahr berichtet, entwickelte jeder Projektpartner jeweils für sein Fachgebiet Module, die gezielt die multimedialen Möglichkeiten des Internet nutzen und von allen Projektpartnern verwendet werden können. Die Besonderheit dieser E-Learning-Module besteht zum einen darin, dass nicht nur neue Medien als Lehr und Lernformen eingesetzt wurden, sondern dass neue Medien (in Form von Audio, Video oder interaktiven Demos) selbst inhaltliche Schwerpunkte bilden, und zum anderen in der Integration von Sprachtechnologie.

Durch die Bereitstellung der entsprechenden technischen Infrastruktur wurde es in Kooperation mit weiteren Lehrstühlen der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik möglich, den Hörsaal 205 des Barkhausenbaus zu einem Multimedia-Hörsaal auszubauen. Mit Hilfe von Videokonferenzsystemen können Vorlesungen live an die Projektpartner übertragen und untereinander ausgetauscht werden. Dafür wurde im Raum BAR I/60 ein spezieller Videokonferenzraum eingerichtet.

Über eine Lernplattform („Clix“, <http://www.im-s.de/homepage/index.htm>) werden die Module verwaltet und den Studenten zur Verfügung gestellt. Hier können auch Kommunikationsmittel, wie E-Mail, Forum und Chat genutzt werden.

Um die E-Learning-Module im Lehrbetrieb testen zu können, werden sie zunächst als ergänzendes Material zum Präsenstudium angeboten. Ein späterer internetbasierter Master-/postgradualer Studiengang, konnte im Projektzeitraum noch nicht erprobt und realisiert werden.

Von Seiten der BTU Cottbus wurde ein Corporate Design entworfen, um den Wiedererkennungswert aller im Rahmen des Projektes entwickelten Module zu realisieren.

Die Aufgabe der Arbeitsgruppe Systemtheorie und Sprachkommunikation in diesem Projekt war es, die beiden Module „Signalverarbeitung“ und „Elektro- und Psychoakustik“ zu entwickeln. Beide Module wurden inzwischen fertiggestellt und über die Lernplattform angeboten.

Der Modul „Signalverarbeitung“, über das schon im vergangenen Jahr berichtet wurde, ist bereits im WS 2002/03 fertig gestellt worden und in diesem WS 2003/04 das zweite Mal im Einsatz.

Die im Frühjahr 2003 durchgeführte Evaluation ergab, dass dieses zusätzliche Angebot von einem großen Teil der Studenten sehr gut angenommen und als hilfreich eingeschätzt wurde. Insgesamt beteiligten sich 81 Studenten an der Befragung. Abbildung 16 zeigt das Ergebnis aus einem Teil der wichtigsten gestellten Fragen. Anhand der bisherigen Anmeldungen ist ersichtlich, dass auch in diesem WS 2003/04 die Studenten großes Interesse an dieser Online-Vorlesung zeigen (Abbildung 17).

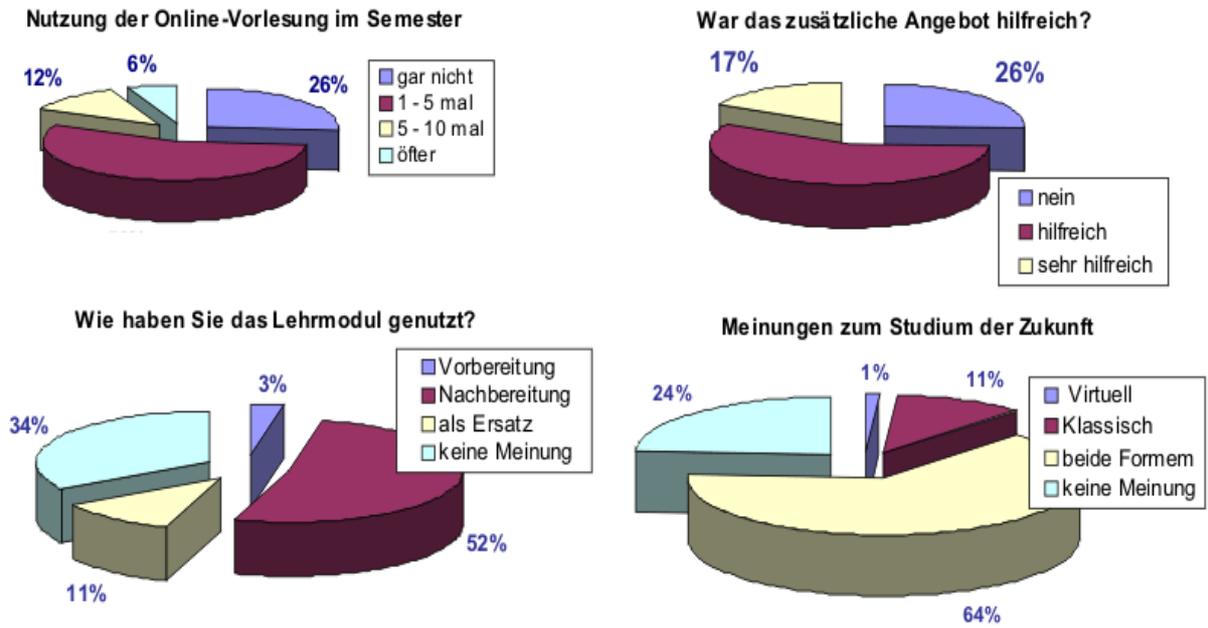


Abbildung 16: Ergebnis der Evaluation des E-Learning-Moduls „Signalverarbeitung“ im WS 2002/03

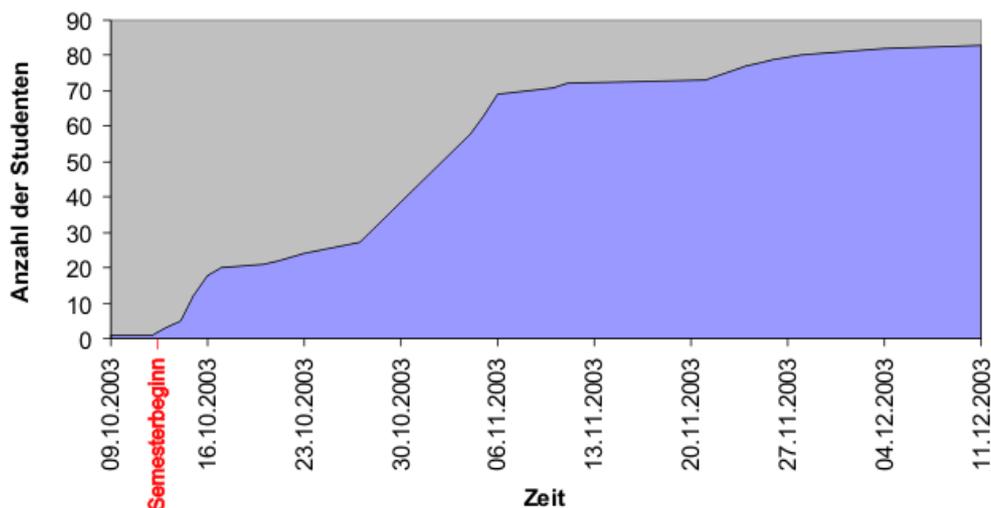


Abbildung 17: Anmeldungen für die Online-Vorlesung „Signalverarbeitung“ im WS 2003/04

Im Laufe des SS 2003 entstand der Modul „Elektro- und Psychoakustik“. Genau wie im Modul „Signalverarbeitung“ wurde hier der Vorlesungsinhalt multimedial aufgearbeitet, in Kombination mit den verschiedensten Hörbeispielen und optischen Demonstrationen (Abbildung 18). Auch hier erfolgte die Videoaufzeichnung der gesamten Vorlesung und nach Aufarbeitung die Einbindung der einzelnen Videosequenzen in die entsprechenden Kapitel. Zur Information über verschiedene Fachbegriffe steht ein umfangreiches Glossar zur Verfügung. Die Integration von Sprachtechnologie erfolgt hier (wie auch im Modul „Signalverarbeitung“) durch ein SpeechApplet. Damit besteht zum einen die Möglichkeit, sich Lehrinhalte per Sprachsynthese vorlesen zu lassen und zum anderen wurde die sprachlichen Interaktion durch Steuerung eines speziell entwickelten Multiple-Choice-Abschlusstests per Spracherkennung realisiert.

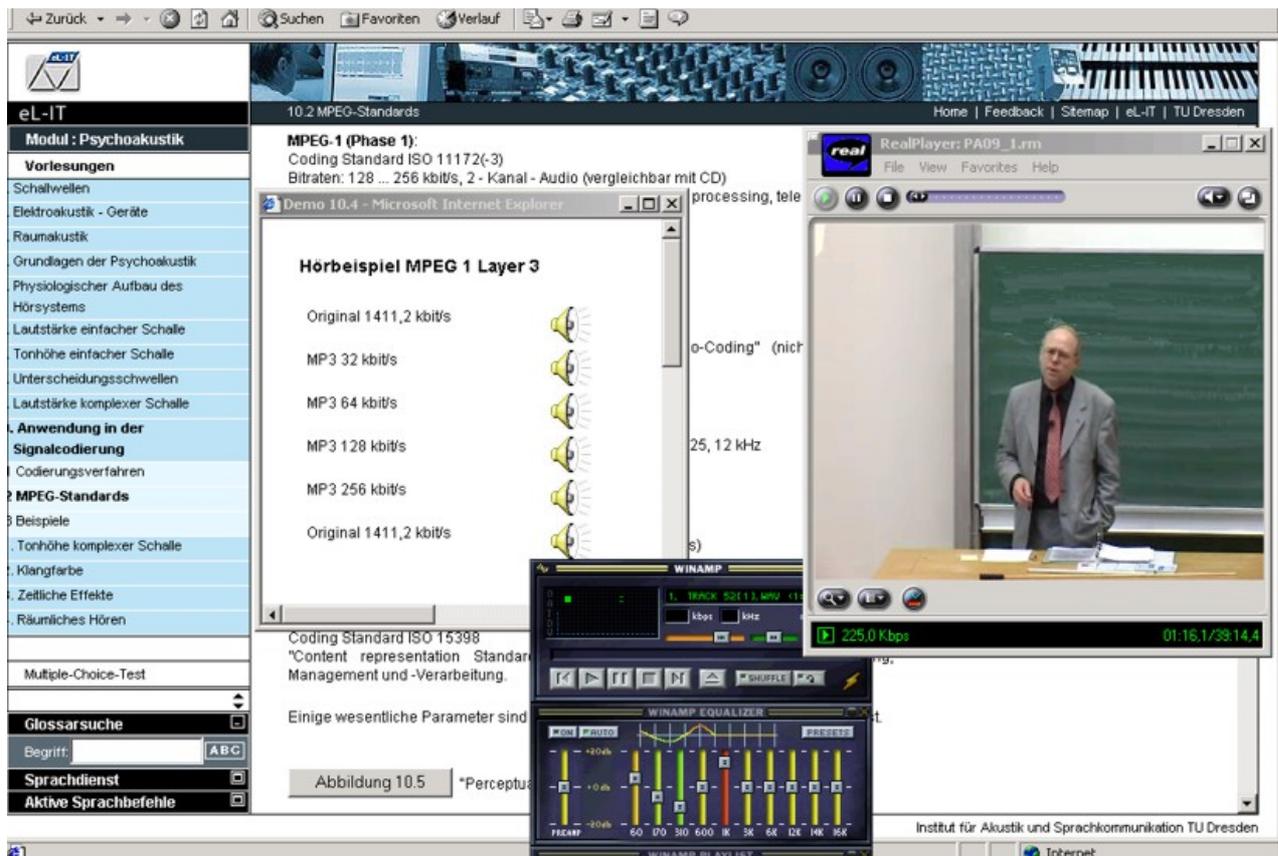


Abbildung 18: Ausschnitt aus der Online-Vorlesung „Elektro- und Psychoakustik“. In diesem Beispiel stehen dem Nutzer neben den Vorlesungsinhalten die entsprechende Videosequenz und eine Audio-Demonstration zur Verfügung.

b) Sprachtechnologien in eL-IT

Einsatzszenarien

Ein Schwerpunkt des Projekts eL-IT bildete die geplante Entwicklung und der breite Einsatz von Sprachtechnologien. Ziel war es, innerhalb der Lernumgebung die Möglichkeit der sprachlichen Interaktion zu schaffen. Folgende Technologien sollten bei der Gestaltung der Lernmodule berücksichtigt werden:

- Spracheingabe / Sprachausgabe
- Sprachsynthese (Text to Speech)
- Spracherkennung / Sprecherverifikation

Aus den aufgeführten Technologien haben wir drei Einsatzszenarien entworfen, in denen entweder eine Steuerung mittels Sprache oder eine Ausgabe von Informationen per Sprache erfolgt.

Szenario 1: Sprachausgabe innerhalb eines Lernmoduls

Im ersten Szenario haben wir untersucht, inwieweit sich bestimmte Lehrinhalte alternativ zur visuellen Darstellung auch in akustischer Form präsentieren lassen. Es ist möglich, sich durch den Einsatz eines *Text-To-Speech* Systems Teile des Lehrmaterials automatisch vorlesen zu lassen. Wesentlich interessanter und ergonomischer erscheint dagegen die Möglichkeit, zusätzliche Informationen als synthetische Sprache auszugeben, die sich auf Grund des beschränkten Platzangebots auf dem Bildschirm nicht geeignet darstellen lassen. So können zum Beispiel Erläuterungen zur Bedienung von Demonstrationen oder Hinweise zur Navigation innerhalb der Lernumgebung akustisch ausgegeben werden, die sich als Text nur schwer in die Webseiten integrieren lassen.

Szenario 2: Spracheingabe / Sprecherverifikation

Das zweite Szenario integriert die Technologien Spracherkennung und Sprecherverifikation in die Lernmodule. Damit ist es möglich, in Online- Prüfungen neben der Abfrage des Namens und des Passworts eine zusätzliche Authentifizierung mittels Sprecherverifikation durchzuführen. Die Online-Prüfungen selbst sind in den Lernmodulen vorwiegend als Multiple-Choice-Tests angelegt. Die Lösung dieser Tests kann, alternativ zu Bearbeitung mit Maus und Tastatur, durch einen sprachbasierten Dialog mit dem System abgearbeitet werden.

Szenario 3: Steuerung der Hörsaal-Technik per Sprache

Sowohl während einer live über Internet übertragen Vorlesung, als auch bei der Aufzeichnung einer Vorlesung wird der Dozent mit einer Vielzahl von Geräten konfrontiert. Oft stehen verschiedene Projektoren, elektronische Tafeln, Kameras und Computer zur Verfügung, die sich einzeln mittels Fernbedienung oder Steuerkonsole bedienen lassen. Schon bei einer geringen Anzahl von Geräten verliert man leicht den Überblick darüber, welche Fernbedienung zu welchem Gerät gehört und welcher Knopf die gewünschte Funktion auslöst. Oft stellt auch die Reichweite der Infrarot-Fernbedienung ein Problem bei der Bedienung der Geräte dar.

Eine zuverlässige Sprachsteuerung kann die Bedienung der einzelnen Geräte erheblich erleichtern. Voraussetzung dafür ist eine zentrale Steuereinheit für alle Geräte. Dazu haben wir eine Client/Server basierte Anwendung zur Gerätesteuerung von Geräten mit serieller Schnittstelle (RS232) entwickelt. Diese Steuereinheit wird mit einem Spracherkennung gekoppelt, um die Steuerung per Sprache zu ermöglichen. Eine detaillierte Beschreibung des Systems ist in [1][2] zu finden.

Systemarchitektur

Ausgehend von den Anforderungen der vorgestellten Einsatzszenarien haben wir eine Client/Server basierte Anwendung zur Sprachsteuerung entwickelt. Auf einem zentralen *SpeechServer* sind die Dienste *Sprachsynthese*, *Spracherkennung* und *Sprecherverifikation* installiert. Als Client dient ein in die HTML-Seiten des Lernmoduls eingebettetes Java-Applet (*SpeechApplet*). Es übernimmt die Audioein- und -ausgabe und überträgt die Daten zum *SpeechServer*, auf dem der entsprechende Dienst aktiviert wird.

Die Sprachdienste des *SpeechServers* können vom Client durch Einbinden eines Java-Applets genutzt werden. Die Webseite kommuniziert per JavaScript mit dem *SpeechApplet*. Eine Skriptbibliothek erleichtert dem Entwickler der Webseite das Einbinden der Sprachdienste. Das *SpeechApplet* stellt eine Netzwerkverbindung zum *SpeechServer* her, übernimmt die Audioaufnahme bzw. Wiedergabe und initiiert die Verarbeitung auf dem Server. Dieser verwaltet die Anfragen der Clients und startet die entsprechenden Dienste. In Abbildung 19 ist diese Client/Server-Architektur dargestellt.

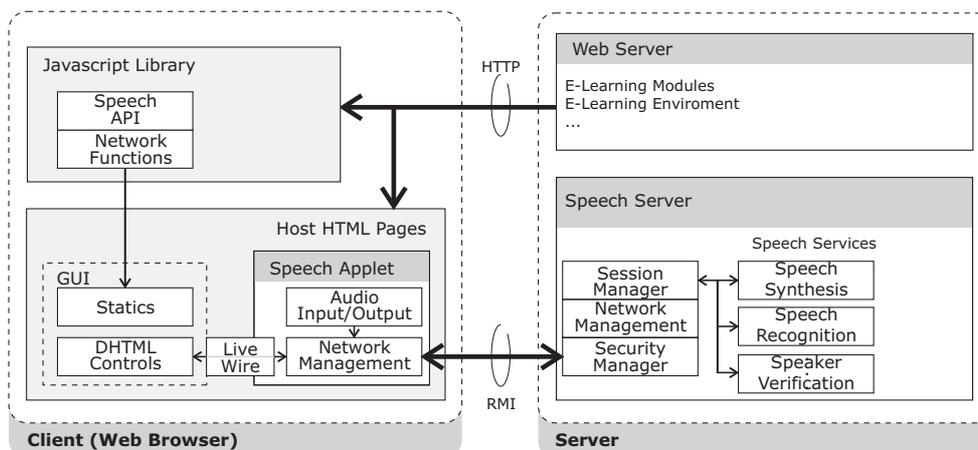


Abbildung 19: Kommunikation zwischen Client (Webseite mit SpeechApplet) und SpeechServer

Client

Das SpeechApplet (Abbildung 20) übernimmt die Audioaufnahme und Wiedergabe. Dazu benötigt es Zugriffsrechte, die einem Java-Applet standardmäßig nicht eingeräumt werden. Deshalb wird der Nutzer beim Laden des (zertifizierten) Applets gefragt, ob er die zusätzlich geforderten Zugriffsrechte erlauben möchte. Weiterhin müssen folgende Systemvoraussetzungen auf dem Client erfüllt sein:

- Ein aktueller Web-Browser (ab Netscape 6, Internet Explorer 5 oder Opera 7)
- Java-Plugin von Sun ab der Version 1.4

Das Applet besitzt Bedienelemente zum Aufnehmen und Abspielen, sowie eine Aussteuerungs- und Statusanzeige.



Abbildung 20: SpeechApplet

Server

Der im SpeechServer integrierte Spracherkennung ist eine Eigenentwicklung des Instituts für Akustik und Sprachkommunikation im Rahmen eines Forschungsprojekts zur Integration von Sprachsynthese- und -erkennung (UASR, siehe Abschnitt 3.2.2.a). Für den Einsatz als Internetdienst wurde das System als Kommandophrasenerkennung konfiguriert. Zusätzlich wurde eine Konfidenzmessung sowie eine Rückweisungslogik integriert. Der Erkennung ist für eine schnelle Vokabularumschaltung ausgelegt. Das Einsatzszenario sieht vor, dass jede Internetseite, welche den Spracherkennungsdienst nutzt, ein eigenes Vokabular an den Erkennung sendet.

Als Sprachsynthese kommt das an der Technischen Universität Dresden entwickelte System *Dress* zum Einsatz. *Dress* basiert auf der Verkettung natürlichsprachlicher Einheiten (konkatenative Synthese), ist multilingual und unterstützt mehrere Sprecher. Das verwendete Syntheseinventar eines männlichen Sprechers (*Jörg*) wurde mit 16 kHz sowie einer Auflösung von 16 Bit aufgenommen und umfasst 1208 Diphone. *Dress* bietet die Möglichkeit aus einer Reihe von alternativen Modulen zur Textvorverarbeitung, Graphem-Phonem-Umsetzung, Prosodiesteuerung, Bausteinauswahl und akustischer Synthese zu wählen. Weiterhin lassen sich die Sprechgeschwindigkeit sowie die Grundfrequenz steuern.

Sprechererkennung bietet sich somit an, die Eingabe eines Passworts durch einfaches Nennen seiner Passphrase zu ersetzen. Der SpeechServer verwendet ein Sprechererkennungssystem, das im Rahmen der *European Co-operation in the field of Scientific and Technical Research* (COST250) entwickelt wurde [3][4][5]. Dieses System steht für den Einsatz in der Lehre und Forschung frei zur Verfügung.

- [1] Eichner, Matthias; Wolff, Matthias (2002): Untersuchungen zum Einsatz von Sprachtechnologien in der Lernumgebung eines Internet-basierten Studienganges. ESSV, Dresden (Germany), Sep 25 – 6, 2002, Proceedings = Studententexte zur Sprachkommunikation, vol. 24., p.341-347.
- [2] Eichner, Matthias; Wolff, Matthias (2002a): JCoMM - Java RS232 Device Control. URL: <http://jcomm.sourceforge.net> 28.8.2003.
- [3] Falcone M. (1999). COST250 Working Group 4: Speaker Recognition Assessment and Dissemination. In: COST250 Final Report.
- [4] Melin, H., Ariyaeeinia, A.M. , Falcone, M. (1999): The COST250 Speaker Recognition Reference System, URL: <http://www.speech.kth.se/cost250/refsys/latest/doc/> 28.8.2003
- [5] o. V. (2003): COST250 – Speaker recognition in telephony, URL: <http://www.fub.it/cost250/28.8.2003>

3.2.5 Historische phonetische Geräte

Wie bereits früher berichtet, betreut Herr Prof. Mehnert in unserer Arbeitsgruppe eine von ihm aufgebaute Sammlung historischer phonetischer Geräte, die im Berichtsjahr um einige Akquisitionen erweitert werden konnte. Da eine Präsentation auf den Internetseiten der Arbeitsgruppe beabsichtigt ist, erfolgte eine fotografische Erfassung aller Exponate, die dank der aktiven Mitwirkung von Herrn Dr. Dietzel vorläufig abgeschlossen werden konnte.

Die wissenschaftliche Erschließung der Sammlung wurde mit einer Rekonstruktion der Polsterpfeifen von Wethlo begonnen. Diese Kehlkopfmodelle stellten zu Beginn des 20. Jahrhunderts einen wichtigen Meilenstein bei der Erforschung der menschlichen Stimmerzeugung dar. Die Dresdner Sammlung enthält drei Pfeifen unterschiedlicher Größe, die wieder zum Schwingen gebracht und ausführlich untersucht wurden. Darüber hinaus gelang ihre Kopplung mit einem Artikulationsmodell, deren Möglichkeit in der Literatur bisher bezweifelt wurde. Das dazu benutzte Artikulationsmodell stammt auch aus der Sammlung und wurde seinerzeit in Köln auf Veranlassung von Prof. G. Heike hergestellt.

Als Kuriosum sei erwähnt, dass im Zusammenhang mit der Reaktivierung historischer Registriertechniken, die berußtes Papier zur Aufzeichnung von Zeitfunktionen benutzen, untersucht wurde, wer heute noch die erforderliche Berußungs- und Fixiertechnik beherrscht. Es stellte sich heraus, dass das Geophysikalische Observatorium Collm (eine Einrichtung der Universität Leipzig) heute noch einen historischen Horizontalseismographen betreibt, der auf berußtem Papier aufzeichnet (www.uni-leipzig.de/collm). Die dortigen Kollegen haben uns bereitwillig mit Informationen versorgt, wofür wir herzlich danken.

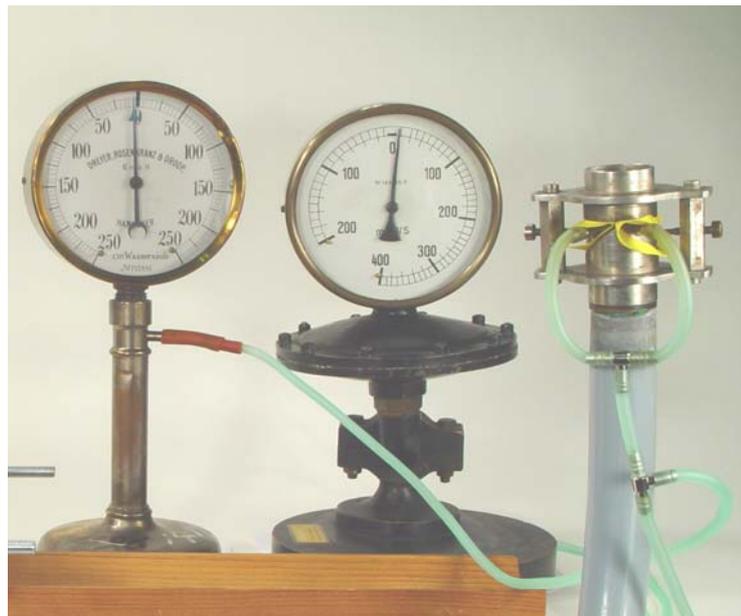
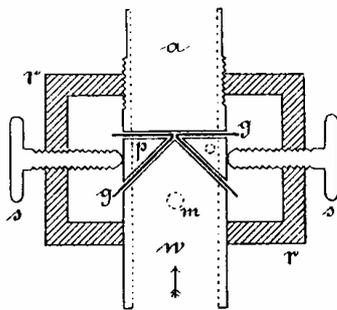


Abbildung 21: Die Polsterpfeife von Wethlo. Links der Querschnitt aus der Originalpublikation von Wethlo (Passow-Schaefers Beitr. 1913), rechts Ansicht des Messaufbaus.

4 Drittmittelprojekte und haushaltfinanzierte Forschung

4.1 Drittmittelprojekte

Verbrennungslärm: Modellierung der Schallabstrahlung von Flammen mit akustischen Ersatzstrahlern

2002 – 2005

DFG-Forschergruppe Verbrennungslärm, Teilprojekt 4 (KO1242/10-1, /10-2)

Projektleiter: Prof. Dr. P. Költzsch, Prof. Dr. M. Ochmann

Bearbeiter: Dipl.-Ing. H. Brick, Dr. R. Piscoya

Einfluss der Fahrbahneigenschaften auf das Rollgeräusch von Kraftfahrzeugen

1999-2003

DFG-Projekt (KO 1242/9-1, /9-2)

Projektleiter: Prof. Dr. P. Költzsch, Prof. Dr. K. Roßberg, Prof. Dr. F. Wellner

Bearbeiter: Dipl.-Ing. J. Hübelt, Dr. E. Sarradj, Dipl.-Ing. T. Lerch

Das Projekt wurde gemeinsam mit dem Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau der TU Dresden, Lehrstuhl für Straßenbau, Fakultät Bauingenieurwesen, bearbeitet und im I. Quartal 2003 abgeschlossen.

Schallquellenmodellierung mittels stochastischer Geschwindigkeitsschwankungen und Oberflächendruckfelder

2001-2004

DFG-Projekt (KO 1242/6-3, /6-4)

DFG/BMBF-Verbundprojekt: 4 Universitäten, DLR Braunschweig

Projektleiter: Prof. Dr. P. Költzsch

Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Bauer, Dipl.-Ing. A. Zeibig, Dr. A. Borisjuk, Dipl.-Ing. D. Richter

Experimentelle Untersuchungen zur Validierung von aeroakustischen Quellgrößen und CAA-Rechnungen

2001-2004

Auftraggeber: DLR, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Braunschweig

Projektleiter: Prof. Dr. P. Költzsch

Bearbeiter: Dipl.-Ing. A. Zeibig

Akustische Simulationsverfahren: Vorausberechnung von Strömungs- und Körperschall bei typischen Fahrzeugstrukturen mit dem Ziel der Lärminderungsprognose

Forschungsverbund „Leiser Verkehr“ (DLR, EADS München, TU Dresden)

2001-2004

Koordinator und Teilprojektleiter Strömungsschall: Prof. Dr. P. Költzsch

Teilprojektleiter Körperschall: Dr. E. Sarradj

Bearbeiter: Dr. E. Sarradj, Dipl.-Ing. B. Knöfel, Dr. A. Borisjuk, FhI IS Dresden, AFD Dresden

Entwicklung und Testung neuer lärmabsorbierender Werkstoffe auf der Basis metallischer Hohlkugelstrukturen

2002-2004

Auftraggeber: Fraunhofer-Gesellschaft, Institut für Angewandte Materialforschung (IFAM)

Projektleiter: Prof. Dr. P. Költzsch

Bearbeiter: Dipl.-Ing. J. Hübelt, Dr. E. Sarradj

Einfluss von Gehörschäden auf die ergonomische und akustische Qualität von Arbeitsplätzen - Bestandsaufnahme

2002-2003

Auftraggeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund

Projektleiter: Dr. G. Fuder

Bearbeiter: Dr. V. Bormann, Dipl.-Ing. R. Heinecke-Schmitt

Ultraschallwandler für gerichtete Audioabstrahlung

1999 - 2004

Auftraggeber: Sennheiser electronic GmbH

Bearbeiter: Prof. Dr. G. Pfeifer, Dipl.-Ing. J. Landgraf

Bauteilintegrierte Sensorik in CF-PEEK-Verbundwerkstoffen

2000 - 2003

In: DFG-Forschergruppe „Textile Verstärkungen für Hochleistungsrotoren in komplexen Anwendungen“

FOR 278/2-1 (Pf 357/1-3)

Projektleiter: Prof. Dr. G. Pfeifer

Mitarbeiter: Dipl.-Ing. S. Folprecht

Integration von Spracherkennung und –synthese unter Verwendung gemeinsamer Datenbasen

2001 – 2004

DFG-Projekt HO 1674/7

Projektleiter: Prof. Dr. R. Hoffmann

Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Wolff, Dipl.-Ing. M. Eichner, Dipl.-Ing. M. Cuevas, T. Oba, M.A.

Entwicklung von E-Learning-Modulen für Studiengänge der Informations-, Kommunikations- und Medientechnik (el-IT)

2001 – 2003

BMBF-Verbundprojekt

Partner: BTU Cottbus (Leitung), TU Berlin, TU Dresden, Universität GH Kassel

Projektleiter: Prof. Dr. R. Hoffmann

Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Eichner, Dipl.-Ing. M. Lachmann u. a.

Industrielle Anwendungen der technischen Sprachkommunikation

2003

Gesellschaft für Wissens- und Technologietransfer der TU Dresden mbH, Servicebereich „Signalverarbeitung und Mustererkennung“

Hauptanwender im Berichtsjahr: Siemens AG

Projektleiter: Prof. Dr. R. Hoffmann, Dr. U. Kordon, Dipl.-Ing. O. Jokisch

Bilingual Speech Synthesis German/Czech-Synthesis Inventories

2000 – 2003

gefördert durch das Internationale Büro des BMBF

Projektleiter: Prof. Dr. R. Hoffmann (Dresden), Prof. Dr. Z. Palková (Prag)

Bearbeiter: Dr.-Ing. U. Kordon (Dresden), Mag. T. Dubeda u. a. (Prag)

Nichtinvasive Blutdruckmessung am aktiven Menschen

2002 – 2003

Gesundheitstechnik Stier, Neuruppin

Projektleiter: Prof. Dr. R. Hoffmann

Bearbeiter: Dr. U. Kordon

4.2 Haushaltfinanzierte Forschungsaufgaben

Grundlagen, Übersichten und Formelsammlung zur Strömungsakustik

Weitere Aufbereitung der Literaturrecherche zu den Druckschwankungen auf umströmten Körpern
Prof. Dr. P. Költzsch, Dr. A. Borisyuk

Recherchen zu den akustischen/strömungsakustischen Arbeiten und den Biografien von Hermann von Helmholtz, Vincent Strouhal, Michael James Lighthill

Prof. P. Költzsch

Ultraschallsicherheit diagnostischer Geräte

Schallfeldmodellierungen – Suche nach „hot spots“, Schallabsorption und –streuung, Wärmeleitung in festen und fluiden Medien

2001 – 2004

Doz. Dr. E. Kühnicke

Ultraschallbildgewinnung

Einsatz und Bildverarbeitung für 3D-US-Daten, Modellierung des US-Aufnahmeprozesses

2002-2004

Doz. Dr. E. Kühnicke

Leistungsgrenzen von Ultraschallwandlern für Anwendungen in Luft im Frequenzbereich um 100 kHz

2000 - 2003

Prof. Dr. G. Pfeifer, Dipl.-Ing. S. Leschka

Integrierte Sensorik für textilverstärkte Verbundkomponenten

2003 (Vorlauf zum SFB 639 ab 1. 1. 2004)

Projektleiter: Prof. Dr. G. Pfeifer

Bearbeiter: Dipl.-Ing. J. Landgraf, Dipl.-Ing. Folprecht

Dresdner Sprachsynthesystem DRESS / microDRESS

2003

Prof. Dr. R. Hoffmann, Dr. H. Ding, Dipl.-Ing. O. Jokisch,

Dr. U. Kordon, Dipl.-Ing. H. Kruschke, Dipl.-Ing. G. Strecha u. a.

Hochwertiges Diphoninventar für die deutsche Sprachsynthese

2002 – 2004

Kooperation mit Prof. Dr. U. Hirschfeld, MLU Halle/Saale

Prof. Dr. R. Hoffmann und Mitarbeiter

Akustisches Frontend für robuste Spracherkennung

ab 2003

Kooperationsvorhaben Prof. Dr. R. Hoffmann / Prof. Dr. G. Pfeifer

Bearbeiter Vorstudie: Dr. V. Bormann

Analyse nichtsprachlicher Signale mit UASR

2003 (ab 2004 DFG-Projekt HO 1674/8)

Kooperation mit FhG EADQ Dresden

Projektleiter: Dr. D. Hentschel (FhG), Prof. Dr. R. Hoffmann (TUD)

Bearbeiter: Dipl.-Inf. C. Tschöpe u. a.

Historische phonetische Geräte

ab 2002

Prof. Dr. D. Mehnert, Dr. R. Dietzel

5 Veröffentlichungen

5.1 Bücher, Buchbeiträge

- [1] DELFS, J. und KÖLTZSCH, P. (Herausgeber): *Vortragsband (CD, Webseite der DGLR) zur Sitzung des DGLR-Fachausschusses T 2.3 „Strömungsakustik/Fluglärm“*, 10. Januar 2003 TU Dresden, DLR Braunschweig 2003.
- [2] HIRSCHFELD, D.: *Universelle Datenaufbereitung und Bausteinauswahl für die konkatenative Sprachsynthese*. Dresden: w.e.b. Universitätsverlag 2003 = Studentexte zur Sprachkommunikation; 21. ISBN 3-935712-66-9.
- [3] KÖLTZSCH, P.(Herausgeber): *Festschrift zum Ehrenkolloquium REICHARDT – KRAAK – WÖHLE*, 4. Juli 2003, Technische Universität Dresden 2003, ISBN 3-86005-370-1,1. Auflage (98 Seiten), 2. ergänzte Auflage (123 Seiten).
- [4] KÖLTZSCH, P.: *Zur Entwicklung des Fachgebietes Technische Akustik und des akustischen Instituts an der Technischen Hochschule / Technischen Universität Dresden in den Zeitläuften des 20. Jahrhunderts*. In: Festschrift zum Ehrenkolloquium REICHARDT – KRAAK – WÖHLE, S. 6 – 82.
- [5] LERCH, T.; SARRADJ, E., HÜBELT, J.: *Akustische Eigenschaften offenporiger Asphalte – Datenbank der Probekörper*. Schriftenreihe der Professur für Straßenbau, Technische Universität Dresden, 2003.
- [6] MEHNERT, D.; HOFFMANN, R.: *Schallerzeugung, Schallaufzeichnung und Schallanalyse mit historischen phonetischen Instrumenten*. In: Wolf, D. (Hrsg.): *Signaltheorie und Signalverarbeitung. Arild Lacroix zum 60. Geburtstag*. Dresden: w.e.b. Universitätsverlag 2003 = Studentexte zur Sprachkommunikation; 29, Seite 77 – 91. ISBN 3-935712-39-1.
- [7] MÜLLER, A. F.: *Generierung prosodischer Marker für ein multilinguales Sprachsynthesystem*. Dresden: w.e.b. Universitätsverlag 2003 = Studentexte zur Sprachkommunikation; 27. ISBN 3-935712-80-4.
- [8] WACHTLER, A.: *Detektion von Synchronisationsfehlern bei LD-CELP-Verfahren*. Dresden: w.e.b. Universitätsverlag 2003 = Studentexte zur Sprachkommunikation; 26. ISBN 3-935712-75-8
- [9] WAGNER, S. and OSTERTAG, J. (Herausgeber): *Third Aeroacoustics Workshop SWING (Simulation of wing-flow noise generation)* Co-organized by: Universität Stuttgart – Institut für Aerodynamik und Gasdynamik / TU Dresden – Institut für Akustik und Sprachkommunikation, P. Költzsch and A. Zeibig 2002. Vortragsband Stuttgart/Dresden 2003, 168 Seiten.

5.2 Veröffentlichungen in Zeitschriften

- [10] MIXDORFF, H. (TFH Berlin); JOKISCH, O.: *Evaluating the quality of an integrated model of German prosody*, Intern. Journal of Speech Technology 6 (2003) 1, pp. 45-55.

kurze Mitteilungen

- [11] HOFFMANN, R.: *13th Conference on Electronic Speech Signal Processing*. The Phonetician 87 (2003/I), S. 47.
- [12] EICHNER, M.: *Integration von Spracherkennung und Sprachsynthese*. Dresdner Transferbrief 1.03, S. 10.

5.3 TU-Informationen und Lehrmaterial

- [13]KÖLTZSCH, P. (Mitwirkung G. PFEIFER): *Akustik*. 5. Auflage. Vorlesungsskript, TU Dresden 2003, 341 Seiten.
- [14]KÖLTZSCH, P. (Mitwirkung G. PFEIFER): *Vorlesungsexperimente Akustik*. 4. Auflage, TU Dresden 2003, 96 Seiten.
- [15]KORDON, U.: *Technische Sprachkommunikation*. Vorlesungsskript (CD-ROM), völlige Neubearbeitung 2003.

5.4 Vortragsveröffentlichungen

- [16]BAUER, M. und A., ZEIBIG: *Validierung aerodynamischer und aeroakustischer Berechnungen durch Messungen im Windkanal*. Vortrag DAGA 2003, 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18.-20. März 2003, RWTH Aachen, Vortragsband "Fortschritte der Akustik", CD
- [17]BAUER, M.: *Computation of Trailing Edge Noise with synthetic turbulence*, Proceedings of Colloquium Euromech 449, 9.-12 Dezember 2003, Chamonix (Frankreich), Vortragsband
- [18]BORMANN, V.; FUDER, G. und HEINECKE-SCHMITT, R.: *Hörminderung und Sprachverständlichkeit bei Schülern in unterrichtstypischen Situationen*. Vortrag zum 9. Oldenburger Symposium zur Psychologischen Akustik. Oldenburg, 12.-13. September 2002. In: A. Schick, M. Klätte, M. Meis, Ch. Nocke (Hrsg.): Beiträge zur Psychologischen Akustik. Ergebnisse des Neunten Oldenburger Symposiums zur Psychologischen Akustik „Hören in Schulen“. Bibliotheks- und Informationssystem der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, 2003. S. 149-189.
- [19]BORMANN, V.; HEINECKE-SCHMITT, R. und FUDER, G.: *Sprachverständlichkeit in Schulen bei Hörminderung*. Vortrag DAGA 2003, 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18.-20. März 2003, RWTH Aachen, Vortragsband "Fortschritte der Akustik", CD, S. 642-643.
- [20]BORMANN, V.; FUDER, G. und HEINECKE-SCHMITT, R.: *Wie beeinflussen Raumakustik und Hörminderung die Sprachverständlichkeit in Schulen?*. Vortrag zur 16. Internationalen Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida; Workshop „Lärminderung und Lärmwirkung“, Mittweida, 6.-7.11.2003. In: Wissenschaftliche Berichte. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule Mittweida (FH). Nr. 8, 2003. S. 39-42.
- [21]BORISYUK, A. and P. KÖLTZSCH: *Prediction of far-field sound from turbulence near plate in flow using wall pressure fluctuations as the source model*. Vortrag DAGA 2003, 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18.-20. März 2003, RWTH Aachen, Vortragsband "Fortschritte der Akustik", CD, S. 796 – 797.
- [22]DING, H.; JOKISCH, O.: *Development of a word identification system for Mandarin Chinese synthesis*. In: R. Vích (Ed.), Proc. 13th Czech-German Workshop Speech Processing, Prague, Czech Republic, 15. – 17. 9. 2003.
- [23]EICHNER, M.; WERNER, S.; WOLFF, M.; HOFFMANN, R.: *Towards spontaneous speech synthesis: LM based selection of pronunciation variants*. Proc. Int. Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), HongKong, China, April 6-10, 2003, vol. 1, 248 – 251.
- [24]EICHNER, M.; KÜHNE, M.; WERNER, S.; WOLFF, M.: *Sprachtechnologien in der Lernumgebung eines Internet-basierten Studienganges*. In: Kroschel, K. (Hrsg.), Elektronische Sprachsignalverarbeitung, 14. Konferenz, 24. - 24. September 2003, Karlsruhe, Tagungsband = Studientexte zur Sprachkommunikation Bd. 28, 370 – 377.
- [25]EICHNER, M.; WOLFF, M.: *Speech enabled services in a web-based e-learning environment*. In: R. Vích (Ed.), Proc. 13th Czech-German Workshop Speech Processing, Prague, Czech Republic, 15. – 17. 9. 2003.
- [26]ELSAGHIR, E.; HÜBELT, J.: *Measurements of the characteristic impedance and the propagation constant of porous sound absorbers using MATLAB and the Harmonie™-Analyzer*, Application Note 2003, Fa. SINUS Messtechnik GmbH, Föpplstr. 13, 04347 Leipzig.

- [27] FOLPRECHT, S.; PFEIFER, G.; LANDGRAF, J.: *Integrated wires for strain Measurement in Composites consisting of Carbon-Thermoplastic Materials*. XVII IMEKO World Congress, Dubrovnik, 22.-27. Juni 2003.
- [28] HIRSCHFELD, U. (MLU Halle); HOFFMANN, R.; ANDERS, L. C. (MLU Halle); KRUSCHKE, H.: *Speech synthesis and standard pronunciation of German*. Proc 15th International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS), Barcelona, Spanien, 3. – 9. 8. 2003, 2593 - 2596.
- [29] HOFFMANN, R.: *Recent activities and results in speech technology at TU Dresden*. In: R. Vich (Ed.), Proc. 13th Czech-German Workshop Speech Processing, Prague, Czech Republic, 15. – 17. 9. 2003.
- [30] HOFFMANN, R.; EICHNER, M.; WERNER, S.; WOLFF, M.: *The project UASR (Unified Approach for Speech Synthesis and Recognition) – A progress report*. Proc. of the Speech Processing Workshop, DAGM-Symposium, Magdeburg, 9. 9. 2003, 17 - 24.
- [31] HOFFMANN, R.; JOKISCH, O.; HIRSCHFELD, D. (VIC Dresden); STRECHA, G.; KRUSCHKE, H.; KORDON, U.: *A multilingual TTS system with less than 1 megabyte footprint for embedded applications*. Proc. Int. Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), HongKong, China, April 6-10, 2003, vol. 1, 532 - 535.
- [32] HOFFMANN, R.; RICHTER, T (VIC Dresden): *Anwendung von Spracherkennern für die Klassifikation von Schnarchlauten*. DAGA 2003, Aachen, 18. – 20. 3. 2003, Tagungsband „Fortschritte der Akustik“, 766 – 767.
- [33] HOLSTEIN, P.; MACKENZIE, D; HÜBELT, J.; KÖLTZSCH, P.: *Die Rolle des klassischen Demonstrationsversuches im multimedialen Kontext*, DAGA 2003, 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18.-20. März 2003, RWTH Aachen, Vortragsband "Fortschritte der Akustik", CD.
- [34] HÜBELT, J.: *Modelling of porous asphalt as extended reacting absorber using the transmissionline matrix method (TLM)*. Euronoise 2003, Naples, Italy, May 19-21, 2003.
- [35] HÜBELT, J.; SARRADJ, E.; LERCH, T.: *Ein Modell zur akustischen Optimierung von offenporigen Fahrbahnbelägen*. Straßenbaukolloquium 2003, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau, Technische Universität Dresden.
- [36] HÜBELT, J.; ELSAGHIR, E.: *Eine moderne Methode zur Optimierung schallabsorbierender Materialien*. Vortrag zur 16. Internationalen Wissenschaftlichen Konferenz Mittweida; Workshop „Lärminderung und Lärmwirkung“, Mittweida, 6.-7.11.2003. In: Wissenschaftliche Berichte. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule Mittweida (FH). Nr. 8, 2003.
- [37] HÜBELT, J.; LERCH, T.; KÖLTZSCH, P.; SARRADJ, E.; WELLNER, F.: *Einfluss der Fahrbahneigenschaften auf das Rollgeräusch von Kraftfahrzeugen*. 9. Fachtagung „Reifen Fahrwerk Fahrbahn“ 29. - 30. Oktober 2003, Hannover.
- [38] HÜBELT, J.; SARRADJ, E.; LERCH, T.: *Akustische Eigenschaften von offenporigen Straßenoberflächen*. VCD Verkehrslärmtagung, Technische Universität Dresden, 27.06.03, Dresden.
- [39] JOKISCH, O.; HOFFMANN, R.; EICHNER, M.; WERNER, S.; KRUSCHKE, H.; KORDON, U.: *The influence of the TTS system configuration on the perceived quality of synthesized speech*. Proc. First ISCA Tutorial and Research Workshop on Auditory Quality of Systems, Akademie Mont-Cenis, Germany, 23. – 25. 4. 2003, 118 - 125.
- [40] JOKISCH, O.; KÜHNE, M.: *An investigation of intensity patterns for German*, Proc. 8th European Conference on Speech Communication and Technology (EUROSPEECH), Genf, Schweiz, 1. – 4. 9. 2003, 165 – 168.
- [41] KNÖFEL, B.: *Vibroakustisches Verhalten einer Kastenstruktur bei hohen Frequenzen*. Vortrag DAGA 2003. 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18.-20. März 2003, RWTH Aachen, Vortragsband „Fortschritte der Akustik“, CD, S. 568-569.
- [42] KÖLTZSCH, P.: *Fragmente aus der Geschichte der Strömungsakustik*. Vortrag DAGA 2003. 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18. – 20. März 2003, RWTH Aachen. Vortragsband „Fortschritte der Akustik“, CD, S. 318 – 319.

- [43] KÖLTZSCH, P. und V. BORMANN: *Optimierung mit subjektiven Zielfunktionen: Mehrkriteriell? Unschärf? Laien oder Experten? (Vorstellung einer Konzeption)*. Vortrag zum 2. Workshop der BBAW-Studiengruppe „Strukturbildung und Innovation: Transdisziplinäre Aspekte, Analyse und Optimierung“, 21.-22.11.2003, Berlin. Dokumentation zur Studiengruppe 2003.
- [44] KORDON, U.: Konzept und Realisierung von multimedialen Lehrmodulen zur Signalverarbeitung und Psychoakustik. DAGA 2003, Aachen, 18. – 20. 3. 2003, Tagungsband „Fortschritte der Akustik“, 462 - 463.
- [45] KRUSCHKE, H.; KOCH, A.: *Parameter extraction of a quantitative intonation model with wavelet analysis and evolutionary optimization*. Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), HongKong, China, April 6-10, 2003, vol. 1, 524 – 527.
- [46] KRUSCHKE, H.; LENZ, M.: *Estimation of the parameters of the quantitative intonation model with continuous wavelet analysis*. Proc. 8th European Conference on Speech Communication and Technology (EUROSPEECH), Genf, Schweiz, 1. – 4. 9. 2003, 2881 - 2884.
- [47] KRUSCHKE, H.: *Akustisch-Phonetische Merkmale in verschiedenen Stilen gelesener Sprache*. In: Kroschel, K. (Hrsg.), Elektronische Sprachsignalverarbeitung, 14. Konferenz, 24. - 24. September 2003, Karlsruhe, Tagungsband = Studentexte zur Sprachkommunikation Bd. 28, 226 – 233.
- [48] Kühnicke, E.: *Integral transform methods for the derivation of Green's functions*, ICTCA 2003 - Int. Conference on Theoretical and Computational Acoustics, Hawaii, 11.8.- 15.8.2003 - eingel. Vortrag
- [49] Kühnicke, E.: Akustische Sensoren für die Zerstörungsfreie Prüfung und die medizinische Diagnostik, DAGA 2003, 21. Jahrestagung für Akustik, Aachen, 17.-20. März 2003
- [50] LERCH, T.; HÜBELT, J.; KÖLTZSCH, P.; SARRADJ, E.; WELLNER, F.: *Initial parameters for modelling tire/road noise reduction of porous asphalt surfacings. 3. mairepav (Third International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control)*, University of Minho, Guimarães, Portugal, 2003.
- [51] LESCHKA, S.; PFEIFER, G.: *Resonante piezoelektrische Folienwandler - eine Dimensionierung mit Netzwerkmethoden*. Vortrag DAGA 2003, 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18.-20. März 2003, RWTH Aachen, Vortragsband "Fortschritte der Akustik", CD.
- [52] LESCHKA, S.; PFEIFER, G.: *Resonant air-coupled piezoelectric film transducers - a design using network methods*. Tenth International Congress on Sound and Vibration, Stockholm, 7-10 July 2003.
- [53] PETRICK, R. (VIC Dresden); HIRSCHFELD, D. (VIC Dresden); JOKISCH, O.; HOFFMANN, R.: *Verbkey - a single-chip speech control for the automobile environment*, IEEE Workshop on DSP in Mobile and Vehicular Systems, Nagoya, Japan, 3. – 4. 4. 2003.
- [54] SARRADJ, E.; LERCH, T.; HÜBELT, J.: *Input parameters for the prediction of acoustical properties of open porous asphalt*. Acta Acustica united with Acustica (eingereicht 01/2003).
- [55] WERNER, S.; EICHNER, M.; WOLFF, M.; HOFFMANN, R.: *Verwendung eines Sprachmodells zur Modellierung und Synthese von Spontansprache*. In: Kroschel, K. (Hrsg.), Elektronische Sprachsignalverarbeitung, 14. Konferenz, 24. - 24. September 2003, Karlsruhe, Tagungsband = Studentexte zur Sprachkommunikation Bd. 28, 188 – 195.
- [56] WERNER, S.; IURGEL, U.; RIGOLL, G. (TU München): *Vergleich von automatischer und manueller Segmentierung von Fernsehnachrichten und deren Einfluss auf die Sprach- und Thementerkennung*. In: Kroschel, K. (Hrsg.), Elektronische Sprachsignalverarbeitung, 14. Konferenz, 24. - 24. September 2003, Karlsruhe, Tagungsband = Studentexte zur Sprachkommunikation Bd. 28, 67 – 74.
- [57] ZEIBIG, A., BAUER, M.: „*Aerodynamische und aeroakustische Messungen am Windkanal des Institutes für Akustik und Sprachkommunikation*“, Vortrag DGLR Fachausschusssitzung Strömungsakustik/Fluglärm, 10.01.2003, TU Dresden, Vortragsband, CD.
- [58] ZEIBIG, A., RICHTER, D., WITING, A.: „*Mikrofonarraymessungen für aeroakustische Untersuchungen*“, Vortrag DAGA 2003, 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, 18.-20. März 2003, RWTH Aachen, Vortragsband "Fortschritte der Akustik", CD.

- [59] ZEIBIG, A., BAUER, M.: "Comparison of numerical and experimental data characterizing the flow field and sound field generated by the flow around a thin flat plate", Tenth International Congress on Sound and Vibration, 07.-10.07.2003, Stockholm, Schweden.

5.5 Vorträge (ungedruckt)

- [60] BAUER, M.: *Berechnung von Hinterkantenlärm mittels Turbulenz in den linearisierten Eulergleichungen*. Vortrag zum Projekttreffen SWING+, 28. November 2003, DLR Braunschweig
- [61] BORISYUK, A.: *Prediction of trailing edge noise from the turbulent pressure models*. Vortrag zur DGLR-Fachausschusssitzung „Strömungsakustik/Fluglärm“, 10. Januar 2003 TU Dresden
- [62] BRICK, H.: *Modellierung der Schallabstrahlung von Flammen mit akustischen Ersatzstrahlern - Zielstellung*, Projekttreffen der Forschergruppe „Combustion Noise“, DLR Stuttgart, Institut für Verbrennungstechnik, 14. Februar 2003
- [63] BRICK, H., PISCOYA, R.: *Modellierung der Schallabstrahlung von Flammen mit akustischen Ersatzstrahlern* – Bericht zum aktuellen Stand der Forschung, Projekttreffen der Forschergruppe „Combustion Noise“, TU Berlin, 01. Oktober 2003
- [64] HOFFMANN, R.: *Speech synthesis – Recent contributions of TU Dresden*. Siemens Workshop Professional Speech Processing, Erding, 24. 1. 2003.
- [65] HOFFMANN, R.: *Informationssystemtechnik*. Vortrag zum Uni-Tag, 10. 5. 2003.
- [66] HOFFMANN, R.: *Prozessrationalisierung mit Command & Control-Anwendungen bei mittleren Vokabularen*. Workshop „Integrierte Sprachtechnologie-Anwendungen“, voiceINTERconnect GmbH Dresden, 16. 6. 2003.
- [67] HOFFMANN, R.: *Prinzipien der Spracherkennung für Command & Control*. Workshop „Sprachtechnologien im Automobil“, voiceINTERconnect GmbH Dresden, 20. 10. 2003.
- [68] HOFFMANN, R.; JOKISCH, O.: *Speech synthesis with the text-to-speech system DRESS*. Beitrag zur „Education Arena“ der Konferenz EUROSPEECH, Genf, 3. 9. 2003.
- [69] HOFFMANN, R.; HIRSCHFELD, D. (VIC Dresden): *Vier Vorträge im Lehrgang „Frequenzanalyse von Schall und Schwingungen“*, Weiterbildungszentrum Dresden der Technischen Akademie Esslingen, 24. – 26. 11. 2003.
- [70] HÜBELT, J. : *Die gezielte akustische Auslegung neuartiger Absorbermaterialien zur Lärminderung im Straßenverkehr*, Vortrag Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Krafffahrzeugtechnik, Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. Augsburg.
- [71] JOKISCH, O.: *Flexible, akustische Informationsausgabe mit integrierter Sprachsynthese*. Workshop „Integrierte Sprachtechnologie-Anwendungen“, voiceINTERconnect GmbH Dresden, 16. 6. 2003.
- [72] JOKISCH, O.: *Flexible, akustische Informationsausgabe mit integrierter Sprachsynthese*. Workshop „Sprachtechnologien im Automobil“, voiceINTERconnect GmbH Dresden, 20. 10. 2003.
- [73] KÖLTZSCH, P.: *Das Fachgebiet Technische Akustik an der TH/TU Dresden – Zum Wirken von W. Reichardt, W. Kraak und W. Wöhle*. Vortrag zum Ehrenkolloquium REICHARDT – KRAAK – WÖHLE, 4. Juli 2003, TU Dresden.
- [74] KÖLTZSCH, P.: *Anwendung von Modellen aus der Sicht der Technikwissenschaften, mit Beispielen aus der Strömungsmechanik, der Akustik und der Strömungsakustik*. Vortrag in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, 20. Februar 2003.
- [75] KORDON, U.: *Sprich mit Deinem Computer – Eine Anwendung aus dem Studiengang Informationssystemtechnik (IST)*. Universitäts-Werbeveranstaltung „Zukunft und Beruf“, Paderborn, 6. 4. 2003.

5.6 Forschungsberichte

- [76] BORMANN, V.; HEINECKE-SCHMITT, R. und FUDER, G.: *Einfluss von Gehörschäden auf die ergonomische und akustische Qualität von Arbeitsplätzen – Bestandsaufnahme - Abschlussbericht zum BAuA-Forschungsvorhaben 1697*. Technische Universität Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation, März 2003.
- [77] CUEVAS, M.: *Introduction to Finite State Machines in speech recognition*. Forschungsbericht, 11. 8. 2003.
- [78] EICHNER, M.; WERNER, S.; WOLFF, M.; HOFFMANN, R.: *Integration von Spracherkennung und -synthese unter Verwendung gemeinsamer Datenbasen*. Zwischenbericht zum DFG-Thema HO 1674/7-1, 16. 1. 2003.
- [79] JOKISCH, O.; KRUSCHKE, H.; DING, H.; VOLK, T. (Siemens CT): *Untersuchungen zur multilingualen bzw. polyglotten Sprachsynthese*. Forschungsbericht, TU Dresden, 16 S., Dezember 2003.

5.7 Messeteilnahmen

CeBIT America

Vom 18. bis 20. Juni 2003 fand erstmals die CeBIT America in New York City statt. Rund 400 Unternehmen stellten ihre Produkte und Dienstleistungen aus den Bereichen Informationstechnologie, Kommunikation und Vernetzung sowie Software und Internetlösungen aus. Auch das Institut für Akustik und Sprachkommunikation war im Rahmen des sächsischen Gemeinschaftsstandes mit aktuellen Exponaten auf dieser Messe vertreten (s. a. 3.2.3).

5.8 Veröffentlichungen in Zeitungen

Ein „Dreiklang“ der deutschen Akustik-Institute

Ehrenkolloquium am 4. Juli für Aktivisten der Technischen Akustik
Dresdner Universitätsjournal 12/2003 vom 1.7.2003

Den Rollgeräuschen den Kampf ansagen

Straßenverkehr: Akustik –Forscher der TU Dresden tüfteln am „geräuschlosen“ Fahrbahnbelag
Dresdner Universitätsjournal 13/2003 vom 15.7.2003

6 Promotionen und Habilitationen

externe Gutachtertätigkeit

[1] GUIDATI, G.: *Berechnung und Verminderung von Strömungsgeräuschen an Profilen*.
Dissertation Universität Stuttgart, Fakultät Luft- und Raumfahrttechnik und Geodäsie.
Gutachter: S. WAGNER, Stuttgart, P. KÖLTZSCH, Dresden.
Tag der Verteidigung: 2. April 2003

[2] FALTLHAUSER, R.: *Erzeugung robuster akustisch-phonetischer Modelle für die automatische Spracherkennung durch explizite Gruppenbildungen*.
Dissertation, Technische Universität München, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik.
Gutachter: G. RUSKE, München, R. HOFFMANN, Dresden.
Tag der Verteidigung: 8. Januar 2003.

7 Diplom- und Studienarbeiten

7.1 Diplomarbeiten

- [DA1] KOSSEBAU, Friedrich: *Evolutionäre Optimierung einer trainingsbasierten Prosodiegenerierung* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Jokisch), verteidigt am 13. 1. 2003
- [DA2] BAUER, M.: *Berechnung der Schallabstrahlung überströmter Hinterkanten (Hinterkantenlärm)*. (Prof. Költzsch), verteidigt am 15. 1. 2003
- [DA3] KIRSTEN, D.: *Untersuchungen zum Verhalten des frühen interauralen Kreuzkorrelationskoeffizienten ($IACC_E$) als Prädiktor der scheinbaren Quellbreite in synthetischen Schallfeldern* (Dr. Blau), verteidigt am 29.01.2003
- [DA4] REHM, C.: *Phantommessplatz für kardiologische Farbdoppler-Ultraschallgeräte* (Doz. Dr. Kühnecke) verteidigt am 5. 2. 2003
- [DA5] DIETRICH, TH.: *Kundtsches Rohr mit örtlicher Schallfeldabtastung* (Dr. Sarradj), verteidigt am: 26.02.2003
- [DA6] ELSAGHIR, E.: *Entwicklung eines Verfahrens zur messtechnischen Bestimmung von Absorberkennwertpaaren* (J. Hübel), verteidigt am: 16.04.2003
- [DA7] REDONDO PASTOR, G.: *Untersuchung und Simulation charakteristischer Effekte der dreidimensionalen Ultraschallbildgewinnung* (Dr. Kühnicke/F. Uhlemann), verteidigt am: 21.05.2003
- [DA8] TANDJEU TSCHUISSI, Landry: *Signalverarbeitung zur Überwachung rotierender Eisenbahnräder* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Frankenstein, EADQ), verteidigt am 21. 5. 2003
- [DA9] ENGEL, Toni: *Robuste Markierung von Grundfrequenzperioden* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Kruschke), verteidigt am 3. 6. 2003
- [DA10] LENZ, Michael: *Robuste Analyse von Grundfrequenzstrukturen zur Bestimmung von Parametern eines quantitativen Intonationsmodells* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Kruschke), verteidigt am 10. 9. 2003
- [DA11] RÖSCH, H.: *Aktive Schallfeldbeeinflussung in Räumen* (Dipl.-Ing. Folprecht), verteidigt am: 05.11.2003

7.2 Studienarbeiten

- [StA1] BÖHM, M.: *Vergleich der technischen Eigenschaften von Studiomikrofonen* (Dipl.-Ing. Folprecht)
- [StA2] EGGERT, U.: *Neuvermessung des aeroakustischen Windkanals* (Dipl.-Ing. Zeibig)
- [StA3] FOKAM, Clement: *Erstellung von akustische Triphon-Modellen für die Spracherkennung* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Wolff)
- [StA4] HIRSCH, Stefan: *Digitalfilterbank für das Praktikum „Sprachkommunikation“* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Kürbis)
- [StA5] KINAST, G.: *Schallfeld vor PVDF-Foliewandlern* (Dipl.-Ing. Leschka)
- [StA6] KÜHNE, Marco: *Datenanalyse und Intensitätssteuerung für die Sprachsynthese* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Jokisch)
- [StA7] MAASCH, Enrico: *Maßnahmen zur Optimierung des Lexikons in einem sprecherunabhängigen Kommandoworterkenner bezüglich Rechner-geschwindigkeit und Zurückweisung* (Prof. Hoffmann, Dr. Hirschfeld, voiceINTERconnect GmbH)
- [StA8] NEUBER, Johannes: *Voice Beautifier* (Prof. Hoffmann, Dipl.-Ing. Strecha)
- [StA9] OTTO, Björn Michael: *Beitrag zur Modellierung der Schallerzeugung bei freien Flammen auf der Basis fluktuierender Flammenoberflächen*, (Prof. Költzsch, Dipl.-Ing. Brick)
- [StA10] SCHULZE, C.: *Untersuchungen zu Linienarrays* (Dipl.-Ing.. Zeibig)
- [StA11] STARKE, E.: *Messtechnische Untersuchung eines Terfenol-D-Actuators* (Dipl.-Ing. Leschka)

8 Wissenschaftliche Veranstaltungen

8.1 Jahrestagung des Ausschusses „Strömungsakustik/Fluglärm“ der DGLR (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt) am 10. Januar 2003

Das Institut richtete die Jahrestagung des DGLR-Fachausschusses „Strömungsakustik / Fluglärm“ am 10. Januar 2003 im Barkhausen-Bau aus. Daran nahmen 34 Fachkollegen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz teil, und zwar von Hochschulen und Universitäten, Großforschungseinrichtungen sowie aus der Industrie. Die 12 Vorträge gruppieren sich zu den Themenkomplexen

- Umströmungsgeräusche
- Aeroakustische Resonanzphänomene
- Numerische Verfahren der Aeroakustik
- Turbomaschinen und Rotoren.

Von den Einzeltvorträgen seien genannt: „Trailing edge noise Simulation mit einem Lattice-Boltzmann-Verfahren“ (A. Wilde, FhI IS, Dresden), „Entwurf lärmarmen Profile mittels automatischer Optimierung“ (G. Guidati, ALSTOM Power, Schweiz), „Slat noise bei Hochauftriebssystemen“ (W. Koch, DLR Göttingen), „Untersuchungen zur numerischen Stabilität von CAA-Algorithmen“ (H. Grogger, Graz), „The Whistling Pitot Probe“ (M. Rose, Rolls-Royce Deutschland), „Nichtreflektierende Randbedingungen für Möhrings akustische Wellengleichung“ (K. Ehrenfried, A. Dillmann, TU Berlin), „Untersuchungen zum Einfluss einer Ummantelung auf den Blatt-Wirbel-Interaktionslärm eines Hubschrauberheckrotors“ (M. Weisgerber, RWTH Aachen), „Analyse des „Buzz-Shaw“ Geräusches“ (H. Siller, DLR Berlin).

8.2 Projektmeeting E-Learning-Module am 3. Juli 2003

Im Rahmen des Förderprogramms des BMBF „Neue Medien in der Bildung“ wird seit 2001 am Institut für Akustik und Sprachkommunikation das Vorhaben „Entwicklung von E-Learning-Modulen für Studiengänge der Informations-, Kommunikations- und Medientechnik in einem länderübergreifenden Universitätsverbund mit dem Ziel der Einrichtung eines multimedialen Master-/postgradualen Studiengangs“ bearbeitet. Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird durch einen Universitätsverbund, bestehend aus der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, der Technischen Universität Dresden, der Technischen Universität Berlin und der Universität Kassel getragen.

Am 3. Juli 2003 fand am Institut für Akustik und Sprachkommunikation der TU Dresden ein Projektmeeting statt, auf dem über

- den aktuellen Stand des Projekts
- Projektevaluation und Vorgehensweise für die 2. Modulevaluationsreihe
- Corporate Design: Best-Practice-Vorschläge für die Lernplattform, die Module, Projekthomepage usw.
- Planung einer gemeinsamen Projektveröffentlichung

beraten wurde.

Weiterhin wurden über

- Bisherige Erfahrungen mit dem Einsatz der E-Learning Module an den Hochschulen
- Erfahrungen hinsichtlich der didaktischen Konzepte
- Erfahrungen mit dem Modulaustausch
- Erfahrungen hinsichtlich der Teleteachingszenarien
- Einsatz der Sprachtechnologien
- Weitere Planungen des gemeinsamen Studiengangs und
- Eine mögliche Projekterweiterung und die sich daraus ergebenden Aufgaben

diskutiert.

8.3 Ehrenkolloquium für die Professoren W. Reichardt, W. Kraak und W. Wöhle

Im Jubiläumsjahr „175 Jahre TU Dresden“ feierte die Technische Akustik an der Universität die „runden“ Geburtstage dreier Wissenschaftler, die dieses Fachgebiet in den letzten fünfzig Jahren in einzigartiger Weise aufgebaut und zu einer modernen Wissenschaftsdisziplin an der TH/TU Dresden entwickelt haben.

Prof. Walter Reichardt, geboren am 7. Januar 1903, gestorben am 2. Juli 1985, wirkte von 1948 bis in die 1980er Jahre an der TH/TU Dresden. Sein 100. Geburtstag in diesem Jahr war willkommener Anlass, ihn als den Begründer des Instituts für Elektro- und Bauakustik bzw. des Instituts für Technische Akustik zu ehren und einen Rückblick auf die etwa fünfzigjährige Geschichte des Instituts zu geben.

Den Staffelstab in Forschung und Lehre übernahmen von Walter Reichardt Ende der 1960er/ Anfang der 1970er Jahre die Professoren Wolfgang Kraak, Walter Wöhle und Arno Lenk, die das Institut bis Anfang der 1990er Jahre leiteten. Von diesen Professoren feierte in diesem Jahr Wolfgang Kraak (geboren am 22. Juni 1923) seinen 80. Geburtstag und Walter Wöhle (geboren am 7. März 1928) seinen 75. Geburtstag.

Diesen Professoren zu Ehren fand am 4. Juli 2003 ein Kolloquium statt, das das Wirken der genannten Professoren der Technischen Akustik an der TH/TU Dresden würdigte. Beim Sichten der entsprechenden Materialien wurde ganz schnell offenbar, dass auch bereits vor dem zweiten Weltkrieg das Fachgebiet Technische Akustik an der TH Dresden gepflegt und mit herausragenden wissenschaftlichen Leistungen gekrönt worden ist, und zwar insbesondere durch das Wirken von Prof. Heinrich Barkhausen. Die Technische Akustik an der TH Dresden begann also etwa mit der Berufung von Heinrich Barkhausen im Jahre 1911, führte über die Ära von Walter Reichardt und den Wirkungszeitraum der Professoren Wolfgang Kraak, Arno Lenk und Walter Wöhle bis in die 1990er Jahre und ist seit 1994 bis in die Jetztzeit durch den gegenwärtigen Lehrstuhlinhaber für Technische Akustik, Prof. Peter Költzsch, gestaltet worden.

Das Ehrenkolloquium, das über 200 Fachkollegen, Absolventen, Studenten und Kollegen der TU Dresden im Schönfeld-Hörsaal des Barkhausen-Baues zusammenführte, beinhaltete einen Überblick über das Fachgebiet der Technischen Akustik an der TH / TU Dresden (P. Költzsch), Kurzbeiträge von Schülern des akustischen Instituts (W. Ahnert, H. Winkler, H.-J. Hage, G. Hofmann, Th. Beckmann), Blick von Freunden auf das Dresdner Institut (H. Kuttruff, Aachen, und F. Kolmer, Prag), Bilder aus der 50-jährigen Geschichte des akustischen Instituts (R. Dietzel) sowie Erinnerungen und Reflexionen (W. Kraak, W. Wöhle).

Aus Anlass des Ehrenkolloquiums ist eine Festschrift (von über 100 Seiten) gestaltet worden, die eine Gesamtschau auf die Technische Akustik an der TH/TU Dresden im 20. Jahrhundert gibt. Von dieser Festschrift ist mittlerweile eine zweite, ergänzte Auflage erschienen, die Auszüge aus den Hauptvorträgen des Kolloquiums sowie aus zahlreichen Briefen enthält, die das Institut im Zusammenhang mit diesem Ehrenkolloquium erhalten hat.

Im Schlusswort der Festschrift heißt es:

„In den vier betrachteten Zeiträumen akustischer Forschung und Lehre an der TH/TU Dresden (die akustische Ära von H. Barkhausen, die Ära von W. Reichardt, die Ära von W. Kraak, A. Lenk und W. Wöhle, die Technische Akustik seit 1991 bis in die Gegenwart) hat sich das Fachgebiet der Technischen Akustik, von weitsichtigen und exzellenten Wissenschaftlern aufgebaut, ständig weiterentwickelt und immer aktuellen Herausforderungen angepasst. Dieses Fachgebiet ist damit zu einer stabilen, sich dynamisch verändernden Wissenschaftsdisziplin der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik geworden.

In den Zeitläuften seiner Entwicklung hat das akustische Institut der TH/TU Dresden, bei der prinzipiellen und einer technischen Hochschule/Universität angemessenen Orientierung auf die Technische Akustik, immer das Wechselspiel zwischen Kontinuität der akustischen Hauptgebiete, Flexibilität in der Behandlung der Schwerpunkte und jeweils mutigem Aufgreifen aktueller (nicht modernistischer), für das universitäre Wissenschaftsfeld erkennbarer zukunftsreicher Forschungsfelder ausgezeichnet beherrscht. Das Dresdner akustische Institut hat sich über die Jahrzehnte seiner Entwicklung, im Dreiklang mit den beiden anderen Instituten für Technische Akustik in Deutschland, und zwar an der

TU Berlin (Cremer/Heckl/Möser/ Petersson) und an der RWTH Aachen (Kuttruff/Vorländer), als ein leistungsfähiges Zentrum für Technische Akustik in Deutschland erwiesen.

In einer Zeit, in der die Menschen in Deutschland, wie auch die Bevölkerung jedes anderen europäischen Landes, in zunehmendem Maße durch Lärm belästigt, wenn nicht sogar geschädigt werden, dürfen das Bemühen und die konkreten Arbeiten zur Lärminderung nicht eingeschränkt, sondern müssen Grundlagenforschung und angewandte Forschung auf diesem Gebiet der Technischen Akustik eher verstärkt werden.

Da der jetzige Lehrstuhlinhaber für Technische Akustik, Prof. Peter Költzsch, im März 2004 in den Ruhestand gehen wird, ist es der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik und insgesamt der Technischen Universität Dresden zu wünschen, dass sie trotz unterschiedlichster Interessenlagen und Einsparzwängen die Kraft und die Weisheit finden werden, die erfolgreiche Geschichte der Technischen Akustik an dieser Institution fortzuschreiben.“

8.4 14. Konferenz „Elektronische Sprachsignalverarbeitung“, 24. bis 26. September 2003, Karlsruhe

Für die Konferenz „Elektronische Sprachsignalverarbeitung“ stellte sich im Berichtsjahr dankenswerterweise Herr Professor Kroschel von der Universität Karlsruhe (TH), Institut für Nachrichtentechnik, zur Verfügung. Im gediegenen Ambiente (Tulla-Hörsaal) der traditionsreichen, 1825 gegründeten und damit ältesten Technischen Hochschule Deutschlands wurden 50 Vorträge und Poster in den Vortragsgruppen

- Akustik und Signalverarbeitung,
- Sprachsegmentierung und –erkennung,
- Sprachsynthese und –qualität,
- Technologie und Anwendung der Sprachsignalverarbeitung

präsentiert, aus denen hier die Hauptvorträge wenigstens aufgezählt sein sollen:

- A. Waibel, CMU Pittsburgh: CHIL (Computer in the Human Interaction Loop) computing to overcome techno-clutter.
- N. Görtz, TU München: Joint source-channel coding for coded speech transmission.
- P. Perrier, ICP Grenoble: Modellierung der Sprachproduktion mit einem biomechanischen Zungenmodell.

Der Tagungsband ist als Band 28 der „Studientexte zur Sprachkommunikation“ in der gewohnten Weise erschienen.

8.5 Kolloquium 65. Geburtstag Prof. P. Költzsch am 20. Oktober 2003

Aus Anlass des 65. Geburtstages von Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Költzsch wurde vom Institut für Akustik und Sprachkommunikation am 20. 10. 2003 ein Ehrenkolloquium veranstaltet.

Nach Eröffnung durch den Institutsdirektor, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann, und einer Ansprache des Dekans der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. A. Finger, würdigte Prof. A. Lenk in seiner Laudatio das erfolgreiche Wirken von Prof. Költzsch als Hochschullehrer und Forscherpersönlichkeit. In anschließenden Beiträgen wurde unter Bezug auf verschiedene Lebensstationen die Tätigkeit von Prof. Költzsch insbesondere auf den Gebieten der Lärm-bekämpfung und der Strömungsakustik hervorgehoben. Es sprachen:

- | | |
|-----------------------|---|
| Dr. S. Gruhl: | Windschirme, Mehrlochdüsen, Ventilatoren, Dampfventile, Stundenzettel u.ä. – 17 Jahre Industrieakustik bei SAD/MKD/ZIAS |
| Prof. D. Stoyan: | Erinnerungen an Peter Költzschs Wirken in Freiberg |
| Dipl.-Phys. A. Wilde: | Numerische Verfahren in der Strömungsakustik |

Nach einem Schlusswort von Prof. Költzsch kam es zu einem regen Gedankenaustausch der Teilnehmer, von denen viele Wegbegleiter von Prof. Költzsch auf seinem beruflichen Werdegang waren.

8.6 Institutskolloquien

1. F.-P. ZANTIS: Probleme und Lösungsansätze für die Spracherkennung im Raum
15.01.2003
2. V. BORMANN / R. HEINECKE-SCHMITT: Einfluss von Gehörschäden auf die ergonomische und akustische Qualität von Arbeitsplätzen (BAuA-Projekt)
29.01.2003
3. J. HÜBELT / E. SARRADJ / T. LERCH: Rollgeräusche – Die Behandlung der porösen Fahrbahn als akustischer Absorber (Abschluss DFG-Projekt)
12.02.2003
4. ST. FOLPRECHT: Eigenschaften bauteilintegrierter Drahtdehnungsmesstechnik
26.02.2003
5. H. KRUSCHKE: Generierung von Sprechstilen in der Sprachsynthese
12.03.2003
6. M. CUEVAS: Generierung von Worthypothesen im System UASR (Unified Approach for Speech Synthesis and Speech Recognition)
26.03.2003
7. A. ZEIBIG / D. RICHTER / A. WITING: Mikrofonarray – Konzeption und Aufbau
09.04.2003
8. W. AHNERT (ADA Acoustic Design Ahnert Berlin): Computersimulation in der Raumakustik – einschließlich der akustischen Wirkung von Beschallungsanlagen
23.04.2003
9. D. HIRSCHFELD (voiceINTEReconnect GmbH Dresden): Kommandoworterkenner und ihre Anwendung
07.05.2003
10. R. PISCOYA RODRIGUEZ / P. KÖLTZSCH: Verbrennungslärm: Schallentstehung bei Flammen, Modellierung der Schallabstrahlung mit akustischen Ersatzstrahlern
21.05.2003
11. TH. LAUKE (DLR Braunschweig): Strömungsmechanische Schallentstehung an Kanten
04.06.2003
12. R. HOFFMANN: Zu aktuellen Forschungsprojekten der Arbeitsgruppe
18.06.2003
13. M. BLAU / A. WILDE (Fraunhofer-Institut): Anwendung der Streuelemente-Methode auf die raumakustische Simulation bei tiefen Frequenzen
02.07.2003
14. ST. LESCHKA: Vergleich von kapazitiven und piezoelektrischen Folienwandlern
16.07.2003
15. E. SARRADJ: Numerische Berechnung hochfrequenter Schallfelder mit modernen Energie-Methoden
P. KÖLTZSCH: 10 Jahre Institutskolloquium – eine Bilanz
30.07.2003
16. U. KORDON: Zum Abschluss des BMBF-Projektes „el-IT“
17.12.2003

9 Reisen

Dr.-Ing. R. Piscoya	Arbeitstreffen der Forschergruppe „Verbrennungslärm“, Dresden	7.1.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. G. Pfeifer	Forschungsverteidigung Sennheiser Bissendorf	8. – 10.1.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Verteidigung Dissertation Dipl.-Ing. Falthäuser, TU München	8. - 9.1.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	BMBF-Gutachtersitzung Heidelberg	20. – 21.1. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Siemens-Workshop Professional Speech Processing, Erding	23. - 24.1.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. D. Mehnert	Recherchen im phonetischen Institut der Universität Hamburg	30.1. – 1.2.2003
Dipl.-Ing. O. Jokisch, Dipl.-Ing. G. Strecha	Arbeitsbesuch Siemens CT, München	6. 2. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann, Dipl.-Ing. O. Jokisch, Dipl.-Ing. H. Kruschke	Projektberatung am Institut für Sprechwissenschaften und Phonetik, Universität Halle	10. 2. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. D. Mehnert	Recherche zu historischen phonetischen Geräten, Universität Köln	12. 2. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch Dr.-Ing. P. Piscoya Dipl.-Ing. H. Brick	Projekttreffen der Forschergruppe „Verbrennungslärm“, DLR Stuttgart	13. – 14.2.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Sitzung des ITG-Vorstandes mit dem wiss. Beirat der ITG, Frankfurt/M.	18.2.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (BBAW): Rat, Klasse Technikwissenschaften, Modelldiskussion, Berlin	21. – 22.2.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. G. Pfeifer	CADFE – ANSYS-Seminar Grafing	26.2. – 1.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch Dr.-Ing. Fuder	Normausschuss NALS/NATG A 1 „Terminologie und Einheiten der Akustik“, Berlin	24. 2 2003
Doz. Dr.-Ing. E. Kühnicke	SPIE-Conference, San Diego, USA	27.2. – 7.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Projekttreffen der BBAW-Studiengruppe „Strukturbildungsprozesse“, Berlin	28.2.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Merker	DATE, Forschungscoordination München	5.– 6.3.2003

Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch Dr.-Ing. E. Sarradj Dipl.-Ing. M. Bauer Dipl.-Ing. B. Knöfel Dipl.-Ing. A. Zeibig	2. Arbeitstreffen AKUSIM „Simulationsverfahren“ im Forschungsverbund „Leiser Verkehr“, EADS München München	6.3. – 7.3.2003
Dr.-Ing. A. O. Borisyuk	Vortrag am Uni-Klinikum Berlin	13. – 14.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch Prof. Dr.-Ing. habil. G. Pfeifer Prof. Dr.-Ing. habil. D. Mehnert Doz. Dr.- Ing. Kühnicke Dr.-Ing. M. Blau Dr.-Ing. V. Bormann Dr.-Ing. U. Kordon Dr.-Ing. E. Sarradj Dipl.-Ing. M. Bauer Dipl.-Ing. J. Hübelt Dipl.-Ing. B. Knöfel Dipl.-Ing. S. Leschka Dipl.-Ing. A. Zeibig	DAGA 2003, 29. Deutsche Jahrestagung für Akustik, RWTH Aachen	16. – 21.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Sitzung des Vorstandsrates der DEGA, RWTH Aachen	17.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch Dipl.-Ing. M. Bauer Dipl.-Ing. A. Zeibig	Projekttreffen zum Verbundprojekt SWING+, RWTH Aachen Aachen	19.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Sitzung des DEGA-Fachausschusses „Lehre in der Akustik“, RWTH Aachen	20.3.2003
Dipl.-Ing. R. Heinecke-Schmitt	Tonmeistertagung Amsterdam	21.–26.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann Dipl.-Ing. M. Lachmann Dipl.-Ing. M. Eichner	BMBF-Projekttreffen eL-IT Universität GH Kassel	25.3.2003
Dr.-Ing. E. Sarradj Dipl.-Ing. B. Knöfel	Arbeitsberatung, VOLKSWAGEN AG (AKUSIM), Wolfsburg	31.3.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Promotion Dipl.-Ing. Guidati an der Universität Stuttgart	1.4. – 2.4.2003
Dr.-Ing. U. Kordon	„Zukunft und Beruf“, Uni-Werbeveranstaltung, Paderborn	4. – 5.4.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Konsultation zu historischen phonetischen Geräten, Berlin	4. 4. 2003
Dipl.-Ing. M. Wolff Dipl.-Ing. S. Werner	IEEE & ISCA Workshop on Spontaneous Speech Processing and Recognition (SSPR), Tokyo, Japan	14.-16.4.2003
Dr.-Ing. Fuder	21. Sitzung Normausschuss NVT 5 Bremen	7. – 8.4.2004

Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	BBAW: Sitzung der Klasse Technikwissenschaften, Berlin	11. 4. 2003
Dipl.-Ing. B. Knöfel	Arbeitsberatung BOMBARDIER TRANSPORTATION, Hennigsdorf	11. 4. 2003
Dipl.-Ing. O. Jokisch	ISCA TRW on Auditory Quality od Systems, Mont Cenis	23.-25. 4. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Mitgliederversammlung des Instituts für Technische Akustik und Umwelt- prozesse an der Hochschule (FH) Mittweida	24. 4. 2003
Dipl.-Ing. O. Jokisch, Dipl.-Ing. H. Kruschke	Projektberatung, Siemens CT, München	29. 4. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. D. Mehnert	Recherche zu historischen phone- tischen Geräten, Universität Hamburg	4. –5. 5.2003
Dipl.-Ing. S. Folprecht	VDI-Tagung Funkgestützte Kommuni- kation in der industriellen Automatisie- rungstechnik. Düsseldorf	5. - 7.5.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Mitgliederversammlung acatech (Kon- vent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften), Berlin	8. 5. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	acatech-Symposium „Nachhaltiges Wachstum durch Innovation“, Berlin	8. 5. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	BBAW: Sitzung der Klasse Technik- wissenschaften, Berlin	9. 5. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. W. Pfeifer	Seminar Berechnung elektrischer und magnetischer Felder, Berlin	13. – 16.5.2003
Dipl.-Ing. J. Hübelt	Tagung Euronoise Neapel, Italien	17. – 21.5.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. D. Mehnert Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Programmkomitee-Sitzung ESSF Karlsruhe	26. - 28.5.2003
Dipl.-Ing. R. Schaffer	Vortrag Forschungskoooperation IMEC – TUD, Leuven (Belgien)	2. – 6.6.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	BMBF-Gutachtersitzung, Statuskon- ferenz Human Computer Interaction, Berlin	3.- 4.6.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann Prof. Dr.-Ing. habil. D. Mehnert	Geophysikalisches Observatorium der Universität Leipzig, Collm	10. 6. 2003
Dipl.-Ing. A. Zeibig	Vortrag Forschungskolloquium Leipzig	10.6.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Arbeitskreis Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt Berlin	13.6.2003

Dipl.-Ing. M. Eichner Dipl.-Ing. O. Jokisch	CeBIT America New York, USA	14. - 23.6.2003
Dipl.-Ing. B. Knöfel	Statusseminar zum Verbundvorhaben „Leiser Verkehr“ des BMBF, Bonn	16. – 18.6.2003
Dipl.-Ing. S. Folprecht	IMEKO-Kongress, Dubrovnik, Kroatien	21. – 28.6.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	1. Workshop der BBAW- Studiengruppe „Strukturbildung und Innovation“, Berlin	23.6.2003
Doz. Dr.-Ing. E. Kühnicke	Bundesanstalt für Materialprüfung Berlin	24.6.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. G. Pfeifer	Arbeitstreffen Sennheiser GmbH Wedemark	26.6.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	BBAW: Rat, Klasse Technikwissen- schaften, Wiss. Streitgespräch, Ver- sammlung der Akademie, Leibniztag, Festsitzung, Berlin	26. – 28.6.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	ITG-Vorstandssitzung bei IBM Böblingen	26. – 28.6.2003
Doz. Dr.-Ing. E. Kühnicke	Besprechung, Literaturstudium, Vorle- sung an der Humboldt-Universität Berlin	30.6. – 2.7.2003
Dipl.-Ing. G. Strecha	Workshop Advances in Speech Technology, Maribor (Slowenien)	2. – 4.7.2003
Dr.-Ing. E. Sarradj Dipl.-Ing. S. Leschka Dipl.-Ing. A. Zeibig	10th ICSV Stockholm	5. – 13.7.2003
Dipl.-Ing. B. Knöfel	2. Arbeitstreffen des BMBF Verbund- projektes „Akustische Simulationsver- fahren“, EADS, Ottobrunn	6. 7. – 7.7.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Auftaktberatung der DFG- Forschergruppe „Verbrennungslärm“, TU Darmstadt	8. 7. 2003
Dr.-Ing. M. Blau	Hörgeräte-Entwicklerforum Oldenburg	9.7. 11.7.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch Dr.-Ing. G. Fuder	Normausschuss NALS/NATG A1 „Terminologie und Einheiten der Akustik“, Berlin	14. 7. 2003
Doz. Dr.-Ing. E. Kühnicke	Besprechung, Literaturstudium, Vorle- sung an der Humboldt-Universität Berlin	14. – 16.7.2003
Dipl.-Ing. H. Brick Dipl.-Ing. R. Piscoya	Doktorandenseminar im Rahmen von Combustion Noise, TU München	15. – 17.7.2003

Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Programmausschuss-Sitzung zur ITG-Anwendertagung 2004, Stuttgart	20. – 21.7.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Projektberatung Siemens und Infineon, München	28. – 31.7.2003
Dipl.-Ing. O. Jokisch, Dipl.-Ing. H. Kruschke Dipl.-Ing. G. Strecha	Projektberatung Siemens CT, München	29. 7. 2003
Dipl.-Ing. R. Schaffer	Vortrag Konferenz DSD'03 Antalya (Türkei)	1.8. – 9.8.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	15th International Congress of Phonetic Sciences, Barcelona	2. – 8.8.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	Projektberatung TP 4 der Forscher- gruppe „Verbrennungslärm“, TFH Berlin	12. 8. 2003
Doz. Dr.-Ing. E. Kühnicke	Vortrag 6th International Conference on Theoretical and Computational Acoustics Honolulu (Hawaii)	9. – 19.8.2003
Dr.-Ing. G. Fuder	Sitzung des Normausschusses NVT 5 Bremen	18.8. -19.8.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Sitzung des Programmausschusses VDE-Kongress 2004, Frankfurt/Main	27. – 28.8.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann, Dipl.-Ing. O. Jokisch, Dipl.-Ing. H. Kruschke	8th European Conference on Speech Communication and Technology (EUROSPEECH), Genf, Schweiz, sowie Beteiligung an der „Education Arena“	31.8. – 4.9.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Ethik und Informationstechnik 13. Dresdner Telemedizingespräch	5.9.2003
Dipl.-Ing. M. Eichner Dipl.-Ing. M. Wolff	DAGM Speech Processing Workshop Magdeburg	8. - 9.9.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann	Abschlusstreffen der BMBF-Gutachter der Leitprojekte Mensch-Technik- Interaktion, Stuttgart	8. – 9.9.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann Dipl.-Ing. M. Eichner Dipl.-Ing. M. Wolff Dr. phil. Hongwei Ding	13th Czech-German Workshop Speech Processing, Prag	14. – 17.9.2003

<p>Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hoffmann Prof. Dr.-Ing. habil. Tscheschner Prof. Dr.-Ing. habil. D. Mehnert Dipl.-Ing. M. Cuevas Dipl.-Ing. M. Eichner Dipl.-Ing. O. Jokisch Dipl.-Ing. H. Kruschke D. Sobe Dipl.-Ing. S. Werner Dipl.-Ing. M. Wolff</p>	<p>14. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung (ESSV), Karlsruhe</p>	<p>23. – 26.9.2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch</p>	<p>Mitgliederversammlung acatech (Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften), Festveranstaltung acatech, Schauspielhaus Berlin (Gründungsveranstaltung) Berlin</p>	<p>29. – 30.9.2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing. habil. G. Pfeifer</p>	<p>17. Messtechnisches Symposium Darmstadt</p>	<p>29.9.–2.10.2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch</p>	<p>BBAW: Sitzung der Klasse Technik- wissenschaften, Berlin</p>	<p>30. 9. 2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch</p>	<p>Projektberatung der Forschergruppe „Verbrennungslärm“, TFH Berlin</p>	<p>30.9.–1.10.2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch</p>	<p>Beratung der Projektskizze „Optimie- rung mit subjektiven Zielfunktionen“, MPI für Bildungsforschung, Berlin</p>	<p>2. 10. 2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch</p>	<p>3. Dresdner Fachtagung „Transrapid“</p>	<p>7.10.2003</p>
<p>Dipl.-Ing. O. Jokisch</p>	<p>Jahresveranstaltung der Stiftung Industrieforschung, Bonn</p>	<p>16. 10. 2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch Dipl.-Ing. B. Knöfel Dipl.-Ing. A. Zeibig</p>	<p>3. Arbeitstreffen des BMBF-Verbund- projektes „Akustische Simulations- verfahren“, DLR, Braunschweig</p>	<p>7.11.2003</p>
<p>Dr.-Ing. V. Bormann Dipl.-Ing. J. Hübelt</p>	<p>Vortrag Internationales Wissenschaft- liches Kolloquium, Mittweida</p>	<p>7.11.2003</p>
<p>Dipl.-Ing. J. Hübelt</p>	<p>Vortrag Fachgebietskolloquium Kfz- technik, Ilmenau</p>	<p>11.11.2003</p>
<p>Dipl.-Ing. B. Knöfel</p>	<p>Mitgliederversammlung des Verbundvorhabens „Leiser Verkehr“ des BMBF, Bergisch-Gladbach</p>	<p>17.- 18.11.2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing.habil. P. Költzsch Dr.-Ing. V. Bormann</p>	<p>2. Workshop der BBAW- Studiengruppe „Strukturbildung und Innovation“, Berlin</p>	<p>21.- 22.11.2003</p>
<p>Prof. Dr.-Ing.habil. P. Költzsch Dipl.-Ing. M. Bauer Dipl.-Ing. B. Knöfel Dipl.-Ing. A. Zeibig</p>	<p>Projekttreffen zum Verbundprojekt SWING+, DLR Braunschweig</p>	<p>28.11.2003</p>

Prof. Dr.-Ing. habil D. Mehnert	Recherchen zur historischen Gerätesammlung, Leipzig	28.11.2003
Prof. Dr.-Ing.habil. P. Költzsch	Arbeitskreis Lärmwirkungsfragen beim Umweltbundesamt, Berlin	5. 12. 2003
Prof. Dr.-Ing. habil. G. Pfeifer	Zwischenverteidigung bei Sennheiser AG, Wedemark	8. – 9. 12.2003
Dipl.-Ing. M. Bauer	Colloquium Euromech 449, Chamonix, Frankreich	8. - 12.12. 2003
Dipl.-Ing. R. Schaffer	Forschungskoooperation Leuven (Belgien)	8. -12.12.2003
Prof. Dr.-Ing. habil. P. Költzsch	BBAW: Rat, Klasse Technikwissenschaften, Wiss. Streitgespräch, Versammlung der Akademie, Berlin	11.- 12.12.2003
Dipl.-Ing. M. Lachmann Dipl.-Ing. M. Eichner Dipl.-Ing. M. Wolff	BMBF-Projekt el-IT, Abschlussberatung, Cottbus	11.12. 2003
Dipl.-Ing. J. Hübelt	Besprechung Auslegung Schall-dämpfer Fa. Kaeser, Gera	11.12.2003
Dipl.-Ing. H. Kruschke D. Sobe	Projekttreffen „Sprechendes Wörterbuch“, MLU Halle	18.12.2003

10 Aktivitäten in der wissenschaftlichen Gemeinschaft

10.1 Akademische Selbstverwaltung

Prof. R. Hoffmann

- Studiendekan für den Studiengang Informationssystemtechnik (bis Oktober 2003)
- Leiter der Studienrichtung Informationstechnik im Studiengang Elektrotechnik (ab Dez. 2003)
- Mitglied des Rates der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
- Mitglied der Strukturkommission der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
- Mitglied des Konzils der TU Dresden

Prof. P. Költzsch

- Mitglied des Promotionsausschusses der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik (bis Juni 2003)
- Mitglied der Fakultät Maschinenwesen

Dr. U. Kordon

- Mitglied des Konzils der TU Dresden (bis SS 2003)

Doz. Dr. E. Kühnicke

- Mitglied im Promotionsausschuss der Technischen Universität Dresden

10.2 Mitarbeit in Gremien

Dr. M. Blau

- Mitglied im Normausschuss NALS B1 „Maschinenakustik – Konstruktion lärmarmen Maschinen und Anlagen“
- Mitglied EAA Technical Committee on Room and Building Acoustics
- Mitglied Acoustical Society of America
- Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA)
- Mitglied Marie Curie Fellowship Association

Dr. A. O. Borisjuk

- Mitglied EUROMECH (European Mechanics Society)
- Mitglied International Society of Cardio-Vascular Medicine and Science
- East-European Acoustical Society

Dr. V. Bormann

- Mitglied der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (LiTG), Bezirksgruppe Dresden; Vorstandsmitglied (Schriftführer und Schatzmeister)
- Mitglied in REFA
- Mitglied im Fachinstitut für Arbeitsaudit Dresden e.V. (FIAD); Geschäftsführung

Dr. G. Fuder

- Mitglied im DEGA-Fachausschuss „Hörakustik“
- Mitglied im Normausschuss NALS/NATG A 1 „Terminologie und Einheiten der Akustik“
- Mitglied im Normausschuss NVT 5 „Tontechnik in Theatern und Mehrzweckhallen“

Prof. Dr. R. Hoffmann

- Vorsitzender des ITG-Fachausschusses 7.4 "Sprachakustik"
- Mitglied der ISCA Special Interest Group „Speech Synthesis“ (SynSIG)
- Mitglied des Landesausschusses der U.R.S.I., Kommission C (Signals and Systems)
- Mitglied im wissenschaftlichen Beirat der Leitprojekte „Mensch-Technik-Interaktion in der Wissensgesellschaft“ des BMBF
- Mitglied des Gutachterkreises für die Forschergruppe SENTHA: Technik im Haushalt zur Unterstützung der selbständigen Lebensführung älterer Menschen
- Reviewer für das Zentralblatt für Mathematik

Dipl.-Ing. O. Jokisch

- Reviewer für JASA

Prof. Dr. P. Költzsch

- Mitglied des interdisziplinären Arbeitskreises Lärminderungsforschung beim Umweltbundesamt
- Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA)
- Mitglied des Vorstandsrates der DEGA
- Mitglied der Jury zur Vergabe des Lothar-Cremer-Preises der DEGA bis August 2003
- Mitglied der DEGA-Fachausschüsse „Lehre in der Akustik“ und „Physikalische Akustik“
- Mitglied des Deutschen Hochschulverbandes (DHV)
- Obmann des Normausschusses NALS/NATG A1 „Terminologie und Einheiten der Akustik“ (bis Februar 2003)
- Mitglied des Facharbeitskreises „Wohngesundheit und Innenausbau“ der Arbeitsgemeinschaft für Bauforschung im Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
- Stellvertretender Obmann des Fachausschusses T 2.4 „Strömungsakustik/Fluglärm“ der DGLR (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt)
- Ordentliches Mitglied der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (vormals Preußische Akademie der Wissenschaften), Klasse Technikwissenschaften
- Mitglied des Rates der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften
- Mitglied von „acatech“, dem Konvent für Technikwissenschaften der Union Deutscher Akademien der Wissenschaften
- Gründungsmitglied des Universitären Zentrums für Luft- und Raumfahrt der Technischen Universität Dresden

Dr. U. Kordon

- Mitglied des ITG-Fachausschusses 7.3 „Sprachverarbeitung“

Doz. Dr. E. Kühnicke

- Mitglied im Promotionsausschuss der Technischen Universität Dresden
- Mitglied des Board of Reviewers für JASA und Wave Motion
- Mitglied des Fachausschusses Ultraschallprüfung der DGZfP (Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung)
- Mitglied im Unterausschuss „Theoretische Modelle in der Ultraschallprüfung“ der DGZfP
- Mitglied im DEGA-Fachausschuss Ultraschall
- Mitglied im Ausschuss Hochschullehrer im Lehrgebiet der ZfP
- Mitglied TIMUG (Technologien in Medizin und Gesundheitswesen)

Prof. Dr. G. Pfeifer

- Mitglied des Arbeitskreises „Hochschullehrer für Messtechnik“
- Gutachtertätigkeit für die DFG
- Mitglied des Deutschen Hochschulverbandes (DHV)

Dipl.-Ing. R. Heinecke-Schmitt

- Mitglied der AES

Dipl.-Ing. A. Zeibig

- Mitglied AIAA (American Institute of Aeronautics and Astronautics)

10.3 Mitarbeit in Programmkomitees

Prof. Dr. R. Hoffmann

- ESSV 2003, 14. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung, Karlsruhe, 24.-26. 9. 03
- Mitglied der Vorbereitungsausschüsse zur ITG-Anwendertagung zum 50. Jahrestag der Gründung der ITG und zum VDE-Kongress 2004
- Reviewer für die EUROSPEECH, Genf, 1.-4. 9. 2003

Prof. Dr. P. Költzsch

- Sitzung (Jahrestagung) des Ausschusses „Strömungsakustik/Fluglärm“ der DGLR (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt) am 10. Januar 2003, Organisation und Tagungsleitung: Prof. Dr. J. Delfs (DLR Braunschweig, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik) und Peter Költzsch (TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation)