

FORMBLATT

zur Erfassung von Forschungsleistungen

Professor

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Franz Emmerling
Mechanik und Flächentragwerke, LRT

apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Helmut Fleischer
Schwingungslehre und Akustik

Zeitraum:

01.10.1998 bis 30.09.2002

1) Wissenschaftliche Mitarbeiter

WM Dipl.-Ing. Armin Fritsch (bis 08.11.02)
WM Dipl.-Ing. Birgit Hänel (0,5; seit 01.09.02)
WM Dipl.-Ing. Thomas Heimes (seit 16.06.02)
WM Dipl.-Ing. Matthias Schlägel
WM Dr.-Ing. Peter Middendorf (bis 30.06.02)
WM Dr.-Ing. Marold Moosrainer (bis 13.10.00)
WM Dr.-Ing. Miriam Noemi Valenzuela (0,5; bis 31.01.99)

2) Wissenschaftliche Arbeitsschwerpunkte

- **Untersuchungen zur Erfassung des plastischen Materialverhaltens in der Bruchmechanik** (Kleinbereichsfließen, Plastizität im Bereich von Rissen) mittels FEM.
- **Formulierung und Programmierung numerischer Standardverfahren** zur Einbindung in die Programmiersprache JAVA, um später auf Basis dieser Hochsprache plattformübergreifenden Code im Bereich FEM bzw. BEM zu programmieren.

- **Thermomechanische Materialmodellierung und Finite Elemente Implementierung bei finiten Deformationen**

Nach einer thermomechanischen konsistenten Herleitung eines thermohyperelastischen Materialmodells für Elastomersysteme erfolgte eine für die Finite Elemente Implementierung notwendige Linearisierung des gekoppelten Problems. Das so erhaltene Modell wird in einem kommerziellen Finite Elemente Code implementiert und anhand vorhandener Versuchsergebnisse überprüft. Nach der Verifizierung soll eine Auswertung des Modells auf inelastische Effekte durchgeführt werden.

- **Viskoelastizität und Faserverbundwerkstoffe**

Faserkunststoffverbunde sind makroskopisch orthotrope Werkstoffe, bestehend aus einer meist hochsteifen Faser (z.B. Kohle) und einer Matrix (z.B. Epoxyd), welche sich im Belastungsbereich viskoelastisch verhält.

Dieses Verhalten soll mit Hilfe der Finite-Element-Methode als mikromechanisches Modell untersucht werden, um so Aufschluß über die konstitutiven Gesetze des Gesamtverbundes zu erhalten.

- **Fluid-Struktur-Kopplung (gem. mit Dr.-Ing. Marold Moosrainer)**

Am Beispiel von Musikinstrumenten und eines Solarpanels wird die Kopplung zwischen schwingenden Festkörpern und dem umgebenden Fluid untersucht. Dabei kommen kombinierte Finite-Element/Boundary-Element-Verfahren zum Einsatz. Sowohl die Abstrahlung von Schall durch den Festkörper als auch die Anregung des Festkörpers durch das Schallfeld werden betrachtet. Die Resultate der Berechnungen werden mit experimentellen Ergebnissen verglichen.

- **Vibroakustische Untersuchungen an Idiophonen**

Idiophone sind Musikinstrumente, deren gesamter Körper schwingt und somit zugleich als Schwinger und als Schallstrahler fungiert. Beispiele sind Glocken und Gongs, über deren Schwingungs- und Abstrahlverhalten eine Fülle von experimentellem Material erarbeitet wurde. Die mechanischen Schwingungen solcher Instrumente werden – wenn möglich - mit analytischen oder – wenn notwendig – mit numerischen Verfahren (FEM) berechnet. Ziel ist es, die Zusammenhänge zwischen geometrischer Form und akustischem Signal zu ermitteln und dadurch Hinweise auf mögliche Verbesserung zu erhalten. Die Qualität der Simulation wird durch Vergleich der theoretischen mit experimentellen Daten beurteilt. Während Glocken rein linear behandelt werden können, spielen bei Gongs nichtlineare „Verzerrungsprodukte“ eine maßgebliche Rolle.

- **Vibroakustische Untersuchungen an Chordophonen**

Moderne Meßsysteme (Modalanalyse-System, Laser Scanning Vibrometer) werden dazu genutzt, die Schwingungen der Oberflächen von Saiteninstrumenten berührungsfrei abzutasten. Dabei wird größter Wert auf realistische Randbedingungen gelegt (*in-situ*-Messung). Zusätzlich wird an den Auflagepunkten der Saiten die mechanische Konduktanz gemessen. Aufbauend auf diesen Ergebnissen sind grundlegende Aussagen über die Funktion des Instrumentenkörpers möglich. Diese Messdaten bilden bei akustischen Chordophonen, z.B. klassischen Gitarren, die Grundlage für Berechnungen der Schallabstrahlung. Sie machen auch die Ursachen der so genannten *dead spots* deutlich, die bei elektrischen Chordophonen (E-Gitarren und E-Bässen) als qualitätsmindernd angesehen werden.

- **Vibroakustische Untersuchungen an Memranophonen**
Insbesondere die berührungsfreie Laser Scanning Vibrometrie wird dazu genutzt, die Schwingungen der Felle von indischen Tablas abzutasten, die als die kleinen Schwestern der europäischen Kesselpauke gelten. Neben der Schwingung wird das Schallsignal gemessen und sowohl objektiv als auch gehörbezogen analysiert. Es zeigen sich interessante Beziehungen zwischen den Schwingungsformen des vielschichtigen Felles und dem erzeugten Schall, welche die komplizierte Spieltechnik plausibel machen.
- **Gehörbezogene Beurteilung musikalischer Signale (gem. mit Dr.-Ing. Miriam Valenzuela)**
Ziel der Untersuchungen ist es, aus Schallsignalen diejenigen Komponenten zu extrahieren, die für das menschliche Gehör tatsächlich von Bedeutung sind. Deren Kenntnis ist von grundlegender Bedeutung. Sie ist die Voraussetzung für eine Informationsreduktion in dem Sinne, vibroakustische Untersuchungen an Klangerzeugern auf diejenigen Spektralanteile und Schwingungsmoden zu konzentrieren, die für das Hören relevant sind und diejenigen zu ignorieren, die zwar physikalisch vorhanden, jedoch ohne Auswirkung auf die Hörempfindung sind.
- **Kontinuumsmechanik, Materialgleichungen**
Zusammenstellung der kinematischen Grundgleichungen für Kontinua bei großen Deformationen (Deformations-, Verzerrungstensoren, materielle und objektive Zeitableitungen). Einführung und Diskussion verschiedener Spannungstensoren (Cauchy, Piola-Kirchhoff) und Spannungsraten (Spannungsgeschwindigkeiten: Truesdell, Oldroyd, u.a.). Hauptsätze der Thermodynamik. Allgemeine Anforderungen an Materialgleichungen (Objektivitätsprinzip u.a.). Formulierung von elastischen Materialgleichungen (hyperelastisch, hypoelastisch). Konstitutivgleichungen für plastische, viskoelastische Materialien. Finite Element-Formulierung der Konstitutivgleichungen.
- **Kontinuumsmechanik**
Theoretische Herleitung konstitutiver Gleichungen der geschwindigkeitsunabhängigen Plastizität. Durch die Verwendung von dualen Variablen, die auf der Basis der multiplikativen Zerlegung des Deformationsgradienten $F = F_e F_p$ eine leistungsmäßig konsistente Formulierung darstellen, gelingt ein verallgemeinerter Ansatz für die Materialgleichungen in der plastischen Zwischenkonfiguration. Die anschließende Transformation auf den Momentanzustand erlaubt das Einbinden einer solchen Formulierung in einen Finite-Elemente-Algorithmus. Ein weiteres Ziel der Untersuchung ist die Übertragung der Theorie auf zweidimensionale Kontinua (Schalen).
- **Viskoelastisches Materialverhalten von Faserverbundwerkstoffen**
Faserkunststoffverbunde sind makroskopisch orthotrope Werkstoffe, bestehend aus einer meist hochsteifen Faser (z.B. Kohle) und einer Matrix (z.B. Epoxy), welche sich im Belastungsbereich viskoelastisch verhält, wobei der Temperatureinfluss von entscheidender Bedeutung ist. Dieses Verhalten soll mit Hilfe der Finite-Element-Methode als mikromechanisches Modell untersucht werden, um so Aufschluss über die konstitutiven Gesetze des Gesamtverbundes zu erhalten.

3) Forschungsvorhaben aus Mitteln Dritter

4) Promotionen

- Dr.-Ing. Peter Middendorf: „Viskoelastisches Verhalten von Polymersystemen: Materialmodellierung und Finite Elemente Implementierung bei kleinen und finiten Deformationen“

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. F. A. Emmerling, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Norbert Gebbeken

Promotion am 31.05.02

Das Materialverhalten polymerer Werkstoffe ist durch verschiedene inelastische Effekte gekennzeichnet. Die Arbeit befasst sich mit der Beschreibung der geometrisch nichtlinearen Ratenabhängigkeit unter Berücksichtigung weiterer polymerspezifischer Phänomene. Neben der kontinuumsmechanisch konsistenten Aufstellung verschiedener Materialmodelle mit inneren Variablen, zur Beschreibung kleiner und finiter Deformationen, werden die zur Finite Elemente Implementierung notwendigen Linearisierungen durchgeführt. Für große Verzerrungen wird das inelastische Materialmodell in einen kommerziellen Finite Elemente Code eingebunden und anhand numerischer Simulationen verifiziert.

- Dr.-Ing. Marold Moosrainer: Fluid-Struktur-Kopplung. Vibroakustische Lösungsmethoden und Anwendungen

Referenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Helmut Fleischer, Univ.-Prof. Dr. Günter Hofstetter, Uni Innsbruck; Promotion am 14.07.00

Gegenstand dieser Arbeit aus dem Bereich der Vibroakustik ist die numerische Simulation von gekoppelten Fluid-Struktur-Problemen in ruhenden Fluiden. Die Hauptschwierigkeit ist dabei zum einen die Modellierung des dreidimensionalen Schallfeldes, zum anderen die adäquate Behandlung des diffusen Schallfeldes im Hallraum. Auf der Grundlage der Methode der gewichteten Residuen werden numerische Methoden für akustische Probleme im Frequenzbereich hergeleitet, bei denen ein Fluid gleichzeitig innerhalb wie auch außerhalb eines geschlossenen Volumens berücksichtigt werden kann. Dieser Ansatz eignet sich gut für die Kopplung mit Strukturgleichungen auf der Basis der Methode der Finiten Elemente (FEM). Charakteristische Ergebnisse verschiedener Beispielrechnungen werden präsentiert und anderweitigen Resultaten gegenüber gestellt.

- Dr.-Ing. Thorsten Weber: Rißausbreitung in kohlenstofffaserverstärktem Kohlenstoff (C/C)

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. F. Emmerling, Univ.-Prof. Dr.-Ing. W.A. Kaysser, Univ.-Prof. Dr.-Ing. H.-J. Gudladt

Gegenstand der Arbeit ist das Phänomen der Rissabzweigung bei der Klasse der kohlenstofffaserverstärkten Kohlenstoffe. Durch Rissabzweigung ist es prinzipiell möglich, ein versagenstolerantes Verhalten zu realisieren, auch wenn ein frühzeitiges sprödes Versagen eines der Grundbestandteile auftritt. Aufbauend auf experimentellen Ergebnissen trägt die Arbeit durch numerische Analysen wesentlich zum Verständnis der Rissausbreitung in C/C-Werkstoffen bei.

5) Habilitationen Autorenschaft

6) Fachbücher (Monographien, keine Lehrbücher)

- Fleischer, H., Schwingungen akustischer Gitarren. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 1/98. Hrsg. H. Fleischer und H. Fastl, UniBw und TU München, Neubiberg 1998.
- Fleischer, H.: Dead Spots of electric basses. 1. Structural Vibrations. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 2/99 (ed. H. Fleischer, H. Fastl), UniBw und TU München, Neubiberg 1999.
- Fleischer, H., Dead spots of electric basses. 2. Diagnosis. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 1/00. Hrsg. H. Fleischer und H. Fastl, UniBw und TU München, Neubiberg 2000.
- Fleischer, H., Schwingungsuntersuchungen an Gongs. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 1/01. Hrsg. H. Fleischer und H. Fastl, UniBw und TU München, Neubiberg 2001.
- Fleischer, H., Schwingungsuntersuchungen an elektrischen Gitarren. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 2/01. Hrsg. H. Fleischer und H. Fastl, UniBw und TU München, Neubiberg 2001.
- Fleischer, H., Nichtlinearität bei Gongs: Analyse des Schallsignals. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 1/02. Hrsg. H. Fleischer und H. Fastl, UniBw und TU München, Neubiberg 2002.
- Fleischer, H., Gehörbezogene Analyse von Gongklängen. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 2/02. Hrsg. H. Fleischer und H. Fastl, UniBw und TU München, Neubiberg 2002. ISSN.
- Moosrainer, M., Fluid-Struktur-Kopplung. Vibroakustische Lösungsmethoden und Anwendungen. VDI-Fortschrittsbericht Nr. 289, Reihe 11. VDI-Verlag, Düsseldorf 2000.
- Valenzuela, M.N.: Zur Rolle des Gehörs bei akustischen Untersuchungen an Musikinstrumenten. Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik 1/99 (ed. H. Fleischer, H. Fastl), UniBw und TU München, Neubiberg 1998.
- Middendorf, P., Viskoelastisches Verhalten von Polymersystemen – Materialmodellierung und Finite Elemente Implementierung bei kleinen und finiten Deformationen. Fortschrittsberichte VDI, Nr. 661, VDI-Verlag Düsseldorf, 2002.

7) Wissenschaftliche Veröffentlichungen, kritisch referiert

7a) Beiträge zu Fachbüchern

7b) Beiträge in Wiss. Journalen und auf Tagungen

- Middendorf, Peter: „Charakterisierung des linear viskoelastischen Verhaltens von Composites“. In: „Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik (ZAMM)“ Vol. 81, Supplement 4, Seiten 835-836, 2001.
- Bode, Jörg/Middendorf, Peter/Weber, Thorsten: „Einfluß von Wärmespannungen auf das Steifigkeitsverhalten von Verbundwerkstoffen“. In: „ZAMM“ 76, Nr. 5, Seiten 53-54, 2001

- Middendorf, Peter: „Ein Beitrag zur Charakterisierung des viskoelastischen Verhaltens von Faserkunststoffverbunden“. In: „Forschungs- und Seminarberichte aus dem Gebiet der Technischen Mechanik und Flächentragwerke“ 01/2001 (Hrsg.: Emmerling, F. A./Heinen, A. H.), Uni Bw München, Neubiberg, 2001.
- Middendorf, Peter: „Geometrisch nichtlineare Viskoelastizität“. In: „Forschungs- und Seminarberichte aus dem Gebiet Technische Mechanik und Flächentragwerke“ 02/2001 (Hrsg.: Emmerling, F. A./Heinen, A. H.), Uni Bw München, Neubiberg, 2001.
- Fleischer, H. und Zwicker, T.: Investigating dead spots of electric guitars. *Acustica united with acta acustica* 85 (1999), 128 - 135.
- Fleischer, H.: In-situ-Messung der Schwingungen von E-Gitarren. In: Fortschritte der Akustik (DAGA '98), DEGA, Oldenburg 1998, 300 – 301.
- Moosrainer, M. und Fleischer, H.: Interaction of a membrane with an enclosed and surrounding medium - FEM/BEM coupling. In: *Designing for Silence - Euro-Noise 98*, DEGA, Oldenburg 1998, 145 - 150.
- Fleischer, H.: Diagnosing dead spots of electric guitars and basses by measuring the mechanical conductance. *Acustica united with acta acustica* 85 (1999), Suppl. 1, 404 (A).
- Fleischer, H., Diagnosing dead spots of electric guitars and basses by measuring the mechanical conductance. In: *Collected Papers of the 137th ASA Meeting and the 2nd EAA Convention Integrating the 25th DAGA (CD-ROM)*, 5AMUB_6, Berlin 1999.
- Fleischer, H., Schwingung und Schall von Glocken. In: *Fortschritte der Akustik - DAGA 2000*. DEGA, Oldenburg 2000, 38 - 47.
- Fleischer, H., Abklingen der Saitenschwingungen von Solid-Body-Gitarren. In: *Fortschritte der Akustik - DAGA 2001*. DEGA, Oldenburg 2001, 432 - 433.
- Fleischer, H., Musikalische Akustik und Musikinstrumentenbau. Seminar des FAMA in der DEGA 2001, Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota 2001, 5 - 8.
- Fleischer, H., Betriebsschwingungsformen und Admittanzen von Gitarren. Seminar des FAMA in der DEGA 2001, Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota 2001, 24 - 28.
- Fleischer, H., Experimentelle und FE-Untersuchungen der Schwingungen von Gongs. In: *Fortschritte der Akustik - DAGA 2002*. DEGA, Oldenburg 2002, 402 - 403.
- Fleischer, H.: Messen und Berechnen von Glockenschwingungen. In: *Glocken und Glockenspiele. Michaelsteiner Konferenzberichte* 56, Blankenburg, Kloster Michaelstein 1998. 240 - 264.
- Moosrainer, M. und Fleischer, H., Application of BEM and FEM to musical instruments. In: *Boundary Elements in Acoustics. Advances and Applications*. Hrsg. O. v. Estorff. WIT Press, Southampton 2000, 377 - 409.

8) Weitere Veröffentlichungen

9) **Eingeladene Hauptvorträge** [Keynote speeches auf großen Fachtagungen]

- Eingeladener Hauptvortrag: Fleischer, H., Schwingung und Schall von Glocken. DAGA-Jahrestagung 2000, Uni Oldenburg, 23.03.2000.
- Eingeladener Hauptvortrag: Fleischer, H., Musikalische Akustik und Musikinstrumentenbau. Seminar des Fachausschusses Musikalische Akustik der DEGA, Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota, 27.09.2001.

10) **Vorträge**

- Eingeladener Vortrag: Bode, J., Structural Layout of the Subsatellite “GAUSS“ using a CFRP-Sandwich Design, Minisymposium 093: Advanced Methods of Composite Design for Shell Structures, ICIAM 99, Edinburgh 1999.
- Eingeladener Vortrag: Bode, J., Thermomechanisches Verhalten von Polymersystemen, Seminar für Leichtbau, FH Ingolstadt 2001.
- Middendorf, P., Charakterisierung des linear viskoelastischen Verhaltens von Composites, GAMM 2000, Göttingen 2000
- Fleischer, H., Diagnosing dead spots of electric guitars and basses by measuring the mechanical conductance; auf dem Forum Acusticum in der TU Berlin am 19.03.1999, veranstaltet von der Acoustical Society of America, der European Acoustics Association und der Deutschen Gesellschaft für Akustik.
- Fleischer, H., Abklingen der Saitenschwingungen von Solid-Body-Gitarren; auf der DAGA-Jahrestagung in der TU Hamburg-Harburg am 29.03.2001, veranstaltet von der Deutschen Gesellschaft für Akustik.
- Fleischer, H., Betriebsschwingungsformen und Admittanzen von Gitarren. Institut für Musikinstrumentenbau, Zwota, am 28.09.2001, veranstaltet vom Fachausschuss Musikalische Akustik in der Deutschen Gesellschaft für Akustik.
- Fleischer, H., Experimentelle und FE-Untersuchungen der Schwingungen von Gongs; auf der DAGA-Jahrestagung in der Ruhr-Uni Bochum am 07.03.2002, veranstaltet von der Deutschen Gesellschaft für Akustik.

11) **Patente**

Mitwirkung im Wissenschaftsprozess

12) **Herausgeber von Schriftenreihen, Büchern**

- Emmerling, F. A., zusammen mit Heinen, A. H. Herausgeber der Reihe Forschungs- und Seminarberichte aus dem Gebiet Technische Mechanik und Flächentragwerke, UniBw München, Neubiberg, ISSN 0944-6001.
- Fleischer, H., zusammen mit Fastl, H., von der TU München: Herausgeber der Reihe Beiträge zur Vibro- und Psychoakustik, UniBw und TU München, Neubiberg, ISSN 1430-936X.

13) Mitwirkung in Editorial Boards, Programmkomitees

- Fleischer, H., zeitweilige Gutachtertätigkeit für Acustica united with acta acustica, Hirzel-Verlag, Stuttgart.

14) Organisation von Tagungen, Symposien, Workshops

15) Beratung in übergeordneten Gremien (national-international)

- Fleischer, H., benannter Vertreter der UniBwM in den Fachausschüssen 4.1 "Elektroakustik" und 4.2 Hörakustik" der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE.
- Fleischer, H., gewähltes Mitglied des Vorstandsrates der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA).

16) Gutachtertätigkeit

- Fleischer, H., mehrmals Berichter bei Promotionen.
- Emmerling, F. A., mehrmals Berichter für Promotionen.

17) Technologie- und Wissenstransfer in Industrie und öffentliche Bereiche

18) Repräsentation des Arbeitsgebietes auf Messen und anderen Veranstaltungen