

GLIEDERUNG

	<u>Seite</u>
Verzeichnis der Symbole	VIII
Kurzfassung	XI
1 EINLEITUNG	1
2 REZIPROKE MESSUNG ÄUSSERER WECHSELKRÄFTE	3
2.1 Literaturübersicht	3
2.2 Beschreibung des Meßverfahrens	7
2.2.1 Das Reziprozitätsgesetz für beliebige lineare, vibroakustische Systeme	7
2.2.2 Äußere und innere Kräfte	12
2.2.3 Grundgleichungen und Vorgehensweise	13
2.2.4 Kontrollparameter: Konditionszahl und Reaktivität	16
2.3 Konditionsanalyse	17
2.3.1 Berandete Systeme	18
2.3.2 Ersatzkräfte	20
2.3.3 Unberandete Systeme	22
2.4 Simulationsrechnungen	25
2.4.1 Zur Methodik von Simulationsrechnungen	25
2.4.2 Fehler in den Eingangsdaten	31
2.4.3 Variation der Dämpfung	36
2.4.4 Variation der Anzahl der Hilfsmessungen	37
2.4.5 Meßpunkte in den Knoten	39
2.4.6 Vergleich zwischen ein- und zweidimensionalen Strukturen	40
2.5 Meßergebnisse: Platte mit zwei äußeren Kräften	42
2.5.1 Voruntersuchungen	42
2.5.2 Meßaufbau und Durchführung der Messungen	45
2.5.3 Kräfte	47
2.5.4 Leistungen	50
2.5.5 Variation der Anregung	52
2.6 Meßergebnisse: Balken mit zwei äußeren Kräften	54
2.6.1 Meßaufbau und Durchführung der Messungen	54
2.6.2 Kräfte	55
2.6.3 Leistungen	58
2.7 Verbesserung der Genauigkeit	60
2.7.1 Verfahren des kleinsten Fehlerquadrates	61
2.7.2 Singulärwertzerlegung	62

2.7.3	Die Kondition als Gewichtsfunktion	63
2.8	Ersatzkraft und Ersatzleistung	64
2.8.1	Ortsverläufe	65
2.8.2	Ersatzleistung	66
3	REZIPROKE MESSUNG INNERER WECHSELKRÄFTE	68
3.1	Ansätze und Grundgleichungen	68
3.1.1	Problemstellung	68
3.1.2	Bekannte Zusatzkräfte	69
3.1.3	Parametrisierung der Kopplungsstelle; Vierpolansatz	70
3.1.4	Parametrisierung der anderen Subsysteme; Impedanzansatz	72
3.1.5	Unbekannte Zusatzkräfte	73
3.2	Reziproke Messung einer inneren Kraft	74
3.2.1	Meßaufbau und Durchführung der Messung	74
3.2.2	Vierpolansatz	75
3.2.3	Impedanzansatz	80
3.2.4	Eine Besonderheit bei der Leistungsmessung	82
3.3	Reziproke Messung von zwei inneren Kräften	83
3.3.1	Grundgleichungen	84
3.3.2	Meßaufbau und Durchführung der Messung	84
3.3.3	Ergebnisse der Kraft- und Steifemessung	85
3.3.4	Ergebnisse der Leistungsmessung	88
4	INDIREKTE MESSUNG VON ENERGIEFLÜSSEN ZWISCHEN BELIEBIG GEKOPPELTEN SYSTEMEN	91
4.1	Literaturübersicht und Stand der Forschung	92
4.2	Grundgleichungen und Vorgehensweise	96
4.2.1	Grundgleichungen der Statistischen Energieanalyse	97
4.2.2	Prinzipieller Algorithmus der Energieflußanalyse	98
4.2.3	Probleme bei der Messung der Energien und Leistungen	101
4.2.4	Vier Varianten der Energieflußanalyse	102
4.3	Meßaufbau und Durchführung der Untersuchungen	105
4.3.1	Messungen an drei gekoppelten Spanplatten	105
4.3.2	Simulationsrechnungen an drei punktförmig gekoppelten Platten	107
4.3.3	Auswertung	109
4.4	Anmerkungen zur Überprüfung der Ergebnisse von Energieflußanalysen	110
4.4.1	Konditionszahl	111
4.4.2	Eigenverlustfaktoren	111

4.4.3	Kontrolle mit Hilfe der Reziprozitätsbeziehung	112
4.4.4	Vergleich mit theoretisch berechneten Kopplungsverlustfaktoren	113
4.4.5	Direkter Vergleich der übertragenen Schalleistungen	115
4.4.6	Schlußfolgerungen	119
4.5	Vergleich verschiedener Varianten der Energieflußanalyse	120
4.5.1	Vergleich anhand von Meßergebnissen	120
4.5.2	Vergleich anhand von Simulationsrechnungen	123
4.5.3	Schlußfolgerungen	126
4.6	Variation der untersuchten Systeme	126
4.6.1	Kopplung	127
4.6.2	Dämpfung	129
4.6.3	Anzahl und Lage der Meßpunkte	132
4.6.4	Genauigkeit der gemessenen Energien	133
4.7	Konditionsanalyse	135
4.7.1	Energieflußanalyse bei starker und schwacher Kopplung	135
4.7.2	Systemverhalten bei starker und schwacher Kopplung	138
4.7.3	Energieflußanalyse und Singulärwertzerlegung	142
5	SYNTHESE	145
5.1	Methodisches Vorgehen	145
5.2	Ausblick	147
5.3	Anwendungen	150
6	ANHANG	152
A	Lineare Gleichungssysteme und Konditionsanalyse	152
B	Computersimulation eines Biegebalkens	155
C	Computersimulation einer Biegeplatte	157
D	Computersimulation dreier gekoppelter Biegeplatten	159
7	SCHRIFTTUM	161