

Inhaltsverzeichnis

1 Prolog	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Stand der Entwicklung	2
1.3 Überblick zur Wellenausbreitung in homogenen kettenartigen Strukturen mit dem Schnittfreiheitsgrad eins	2
1.4 Über diese Arbeit	4
2 Modellierung elastischer Masse-Feder-Ketten (MPS)	7
2.1 Modellierung der elastischen Doppelkette	7
2.1.1 Modell eines einzelnen Kettenelementes	8
2.1.2 Anpassung der Elementparameter des diskreten Modells	12
2.1.2.1 Anpassung durch Übergang zum 1D-Kontinuum (Balken mit Querdehnung)	12
2.1.2.2 Anpassung durch Vergleichen von Grundverformungen	15
2.2 Modellierung von Ketten mit erhöhtem Schnittfreiheitsgrad	18
3 Signalübertragung und Wellenausbreitung in linearen homogenen kettenartigen Systemen	19
3.1 Ketten aus gleichartigen linearen passiven Subsystemen: Elementbeschreibung	19
3.2 Wellenübertragung in Ketten und Elementdynamik	21
3.3 Topologisch symmetrische Elemente	27
3.4 Randbedingungen endlicher und halbusendlicher Ketten: Sonderfälle und allgemeine Aussagen	29
3.5 Wellenmodale Analyse von Eigenschwingungszuständen	37
4 Ketten als echte physikalische Systeme und als Modelle für die Diskretisierung von Längskontinua am Beispiel homogener Ketten vom Schnittfreiheitsgrad $F_S = 4$ und kontinuierlicher homogener Balken insbesondere mit I-Profil	45
4.1 MPS-Diskretisierungen	45
4.1.1 Eigenschwingungszustände der Kette als Linearkombinationen von Wellenzuständen: Einfluss der elastischen Eigenschaften	45
4.1.1.1 Reine stehende Wellen auf einer Doppelkette, quersymmetrisch und querantisymmetrisch	49

4.1.1.2	Eigenschwingungen einer an beiden Rändern vollständig gefesselten Doppelkette: Schwingungszustände, die nicht als einfache stehende Wellen beschreibbar sind	60
4.2	FEM-Diskretisierungen	69
4.2.1	Finites, rechteckförmiges, homogenes, isotropes Scheiben-Element mit bilinearen Ansätzen	69
4.3	MKS-Diskretisierungen	73
4.4	Kontinuierlicher Balken mit I-Profil	78
5	Schwingungen und Wellen eines ebenen, elastisch gebetteten, schubstarren Biegebalkens nach der Theorie 1. Ordnung	85
6	Epilog	101
A	Strukturverzerrungen und konjugierte Lastgrößen am eben beanspruchten, querdehnbaren und schubweichen geraden Balken nach Theorie 1. Ordnung	103
A.1	Einführung notwendiger Größen	103
A.2	Quasistatische Betrachtung	104
A.3	Quasistatische Energiebilanz am Element	105
B	Übertragungsfaktor, Transformation auf reduzierte Größe	107
C	Zur rechnerischen Ermittlung der Wellenmodal-Koordinaten	109
D	Modale Energieverteilung einer beidseitig ungefesselten Doppelkette	113
E	Zum Problem der Anpassung der MPS-Element-Parameter an die Balkensteifigkeiten	115
F	Zur Äquivalenz der modalen Übertragungsbedingung und der Wellen-Eigenwert-Beziehung unter der Bedingung der Elementgleichungen	119
G	Zum Wellen-Eigenwertproblem umkehrbarer elektrischer Multipole	121
	Literaturverzeichnis	127