

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Prolog</b>	<b>1</b>
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
<b>2 Modellierung elastischer Masse-Feder-Ketten (MPS)</b>	<b>7</b>
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
<b>3 Signalübertragung und Wellenausbreitung in linearen homogenen kettenartigen Systemen</b>	<b>19</b>
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 halbbunendlicher Ketten: Sonderfälle und allgemeine Aussagen . . . . .	29
3.5 Wellenmodale Analyse von Eigenschwingungszuständen . . . . .	37
<b>4 Ketten als echte physikalische Systeme und als Modelle für die Diskretisierung von Längskontinua am Beispiel homogener Ketten vom Schnittfreiheitsgrad <math>F_S = 4</math> und kontinuierlicher homogener Balken insbesondere mit I-Profil</b>	<b>45</b>
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
<b>5</b>	<b>Schwingungen und Wellen eines ebenen, elastisch gebetteten, schubstarren Biegebalkens nach der Theorie 1. Ordnung</b>	<b>85</b>
<b>6</b>	<b>Epilog</b>	<b>101</b>
<b>A</b>	<b>Strukturverzerrungen und konjugierte Lastgrößen am eben beanspruchten, querdehnbaren und schubweichen geraden Balken nach Theorie 1. Ordnung</b>	<b>103</b>
A.1	Einführung notwendiger Größen . . . . .	103
A.2	Quasistatische Betrachtung . . . . .	104
A.3	Quasistatische Energiebilanz am Element . . . . .	105
<b>B</b>	<b>Übertragungsfaktor, Transformation auf reduzierte Größe</b>	<b>107</b>
<b>C</b>	<b>Zur rechnerischen Ermittlung der Wellenmodal-Koordinaten</b>	<b>109</b>
<b>D</b>	<b>Modale Energieverteilung einer beidseitig ungefesselten Doppelkette</b>	<b>113</b>
<b>E</b>	<b>Zum Problem der Anpassung der MPS-Element-Parameter an die Balkensteifigkeiten</b>	<b>115</b>
<b>F</b>	<b>Zur Äquivalenz der modalen Übertragungsbedingung und der Wellen-Eigenwert-Beziehung unter der Bedingung der Elementgleichungen</b>	<b>119</b>
<b>G</b>	<b>Zum Wellen-Eigenwertproblem umkehrbarer elektrischer Multipole</b>	<b>121</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>127</b>