

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Stand des Wissens	4
1.3	Ziele und Gliederung der Arbeit	7
2	Kontinuumsmechanische Grundlagen	9
2.1	Materieller Körper und Deformation	9
2.1.1	Materieller Körper und Deformationsgradient	9
2.1.2	Verzerrungstensor	10
2.2	Spannungstensor	11
2.3	Bilanz- und Erhaltungsgleichungen	11
2.3.1	Vorbemerkungen	11
2.3.2	Massenerhaltung	12
2.3.3	Impulsbilanz	12
2.3.4	Drehimpulsbilanz	13
2.3.5	Energie- und Entropiebilanz	13
2.4	Materialmodelle	13
2.4.1	Vorbemerkungen	13
2.4.2	Elastisches Materialverhalten	14
2.4.3	Visko-elastisches Materialverhalten	15
2.4.4	Ergänzende Bemerkungen	21
2.5	Rand- und Anfangsbedingungen	22
3	Grundlagen der Ausbreitung von Wellen	23
3.1	Wellengleichung	23
3.2	Körperwellen	24
3.2.1	P- und S-Welle	24
3.2.2	Wellentypumwandlung	29
3.2.3	Dispersion und Gruppengeschwindigkeit	32
3.2.4	Ergänzende Bemerkungen	32

3.3	Oberflächenwellen	32
3.3.1	Vorbemerkungen	32
3.3.2	RAYLEIGH-Welle	33
3.3.3	LAMB-Welle	34
3.3.4	LOVE-Welle	35
3.3.5	Weitere Wellentypen	37
4	Streuung von Wellen an Einschlüssen	39
4.1	Lösung der Wellengleichung und Einführung der verwendeten Wellenformen	39
4.1.1	Lösung der Wellengleichung in Polarkoordinaten	39
4.1.2	Ebene Welle	41
4.1.3	Zylinderwelle	43
4.2	Konzentrischer Streuer	46
4.2.1	Vorbemerkungen	46
4.2.2	Mechanische Modellbildung	47
4.2.3	Spezialfälle	53
4.2.4	Ausgewählte Ergebnisse	56
4.3	Exzentrischer Streuer	68
4.3.1	Vorbemerkungen	68
4.3.2	Mechanische Modellbildung	69
4.3.3	Spezialfälle	72
4.3.4	Ausgewählte Ergebnisse	73
4.4	Streuung an mehreren Einschlüssen	76
4.4.1	Vorbemerkungen	76
4.4.2	Mechanische Modellbildung	77
4.4.3	Spezialfälle	83
4.4.4	Ausgewählte Ergebnisse	85

5	Modellierung von Schädigung	87
5.1	Fehlstellen in der Matrix	87
5.1.1	Vorbemerkungen	87
5.1.2	Mechanische Modellbildung	87
5.1.3	Spezialfälle	88
5.1.4	Ausgewählte Ergebnisse	89
5.2	Verbundschädigung	90
5.2.1	Vorbemerkungen	90
5.2.2	Mechanische Modellbildung	91
5.2.3	Spezialfälle	97
5.2.4	Ausgewählte Ergebnisse	97
6	Übergang zu transienten Belastungen und numerische Umsetzung	99
6.1	Übergang zu transienten Belastungen	99
6.1.1	Vorbemerkungen	99
6.1.2	Mathematische Beschreibung	99
6.1.3	Verwendete Signale im Zeitbereich	101
6.1.4	Dispersion	103
6.1.5	Phasen- und Gruppengeschwindigkeit	104
6.2	Numerische Umsetzung	105
6.2.1	Vorbemerkungen	105
6.2.2	Programmablauf	105
6.2.3	Abbruchkriterien der Reihenentwicklung	107
7	Anwendungsbeispiele	117
7.1	Auswahl der Beispiele	117
7.2	Einzelstreuer unter kurzzeitiger Belastung	118
7.3	Elliptischer Einzelstreuer unter zeit-harmonischer Belastung	120
7.4	Streuung einer zylindrischen P-Welle an einem homogenen Einschluss	121
7.5	Abschirmung von Wellen durch regelmäßige Reihen von Streuern	124
7.6	Streueranordnung unter transienter Belastung	126

8	Schlussfolgerungen und Ausblick	131
8.1	Zusammenfassung	131
8.2	Ausblick	133
	Literaturverzeichnis	142
A	Vektoroperationen	145
A.1	Der Nabla-Operator	145
A.2	Der LAPLACE-Operator	146
B	Integraltransformationen	149
B.1	Vorbemerkungen	149
B.2	Die exponentielle FOURIERtransformation	149
B.3	Eigenschaften der FOURIERtransformierten	150
B.4	Zusammenstellung wichtiger Theoreme	150
C	Zylinderfunktionen	153
C.1	Vorbemerkungen	153
C.2	Die Zylinderfunktionen als Lösungen der Wellengleichung in Polarkoordinaten	153
C.3	Die BESSELFunktionen 1. Art und 2. Art	154
C.4	Die Ableitungen der BESSELFunktionen 1. Art und 2. Art	157
C.5	Die HANKELFunktionen 1. Art und 2. Art	157
C.6	Die Ableitungen der HANKELFunktionen 1. Art und 2. Art	158
C.7	Additionstheoreme der Zylinderfunktionen	159
C.8	Weitere Beziehungen im Zusammenhang mit Zylinderfunktionen	160
D	Streuung von Wellen an elliptischen Einschlüssen	163
D.1	Vorbemerkungen	163
D.2	Mechanische Modellbildung	163
D.3	Spezialfälle	167
D.4	Ausgewählte Ergebnisse	167

E	MATHIEUFunktionen	171
E.1	Vorbemerkungen	171
E.2	Einführung in elliptische Koordinaten	171
E.3	Die MATHIEUFunktionen als Lösungen der Wellengleichung in elliptischen Koordinaten	172
E.4	Additionstheorem der MATHIEUFunktionen	177
F	Methode der Übertragungsmatrix	179
F.1	Vorbemerkungen	179
F.2	Gestalt der T-Matrix	179
F.3	Koordinatentransformationen	183
F.4	Eigenschaften der T-Matrix	185
G	Streuung von P- und SV-Wellen	189
G.1	Vorbemerkungen	189
G.2	Mechanische Modellbildung	189
G.3	Spezialfälle	192
G.4	Ausgewählte Ergebnisse	195
H	Für P- und SV-Wellen relevante Beziehungen in Zylinderkoordinaten	197
H.1	Vorbemerkungen	197
H.2	Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen ausgedrückt in Polarkoordinaten	197
H.3	Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen ausgedrückt in Zylinderfunktionen	197
H.4	Die \mathcal{E} -Funktionen	200