
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Zum Ziel dieses Buches	1
1.2	Zur Verwendung dieses Buches	2
	Literatur	3
2	Kinematik und Dynamik räumlicher Stöße von Kugeln	5
2.1	Bewegungsgleichungen	5
2.1.1	Geometrie und Notation	5
2.1.2	Kinematik und Dynamik	7
2.2	Vereinfachungen der Bewegungsgleichungen	9
2.2.1	Weitere vereinfachende Annahmen	9
2.2.2	Die Stoßzahlen	11
2.3	Zusammenfassung	13
	Literatur	14
3	Kontaktmechanische Grundlagen	17
3.1	Fundamentallösung des homogenen elastischen Halbraums	17
3.1.1	Fundamentallösung für eine Punktlast	17
3.1.2	Der Kontakt zweier elastischer Körper	18
3.2	Reibungsfreier Normalkontakt ohne Adhäsion	20
3.2.1	Lösung für den flachen zylindrischen Stempel	20
3.2.2	Lösung für eine beliebige axialsymmetrische Indenterform	21
3.2.3	Einfluss des Reibregimes	24
3.3	Reibungsfreier Normalkontakt mit Adhäsion	25
3.3.1	Einführung	25
3.3.2	Adhäsiver Normalkontakt in der JKR-Näherung	28
3.3.3	Theorie von Maugis (parabolischer Kontakt)	32

3.3.4	Einfluss des Reibregimes	36
3.4	Tangentialkontakt.	38
3.4.1	Tangentialkontakt ohne Gleiten	38
3.4.2	Cattaneo-Mindlin-Theorie	39
3.4.3	Erweiterung auf beliebige Belastungsgeschichten.	41
3.5	Torsionskontakt	45
3.5.1	Torsionskontakt ohne Gleiten	45
3.5.2	Torsionskontakt mit Gleiten.	47
3.5.3	Erweiterung auf beliebige Belastungsgeschichten (parabolischer Kontakt)	50
3.6	Viskoelastizität.	52
3.6.1	Einführung	52
3.6.2	Das allgemeine linear-viskoelastische Materialgesetz.	53
3.6.3	Berücksichtigung der Kompressibilität (Normalkontakt)	55
3.6.4	Rheologische Modelle	56
3.6.5	Behandlung viskoelastischer Kontaktprobleme nach Lee und Radok.	61
3.6.6	Erweiterung auf beliebige Belastungsgeschichten.	62
3.7	Funktionale Gradientenmedien	63
3.7.1	Einführung	63
3.7.2	Fundamentallösung des inhomogenen Halbraums	65
3.7.3	Reibungsfreier Normalkontakt ohne Adhäsion	67
3.7.4	Reibungsfreier Normalkontakt mit Adhäsion in der JKR-Näherung	69
3.7.5	Tangentialkontakt.	71
3.8	Plastizität	73
3.8.1	Einführung	73
3.8.2	Normalkontakt ohne Adhäsion (parabolischer Kontakt)	74
3.8.3	Normalkontakt mit Adhäsion (parabolischer Kontakt)	82
3.9	Zusammenfassung	84
	Literatur.	87
4	Die Methode der Dimensionsreduktion in der Kontaktmechanik	95
4.1	Reibungsfreier Normalkontakt ohne Adhäsion	95
4.2	Reibungsfreier Normalkontakt mit Adhäsion	98
4.2.1	Abbildung des adhäsiven Normalkontaktes in der JKR-Näherung	98
4.2.2	Abbildung des adhäsiven Normalkontaktes nach Maugis	99
4.3	Tangentialkontakt.	100
4.4	Torsionskontakt	103

4.5	Viskoelastizität.	105
4.6	Funktionale Gradientenmedien	107
4.6.1	Reibungsfreier Normalkontakt ohne Adhäsion	107
4.6.2	Reibungsfreier Normalkontakt mit Adhäsion in der JKR-Näherung	108
4.6.3	Tangentialkontakt.	109
4.7	Zusammenfassung	109
	Literatur.	110
5	Quasistatischer Normalstoß axialsymmetrischer Körper.	113
5.1	Quasistatik	113
5.2	Elastischer Normalstoß ohne Adhäsion	115
5.2.1	Homogene Medien.	115
5.2.2	Funktionale Gradientenmedien	118
5.3	Elastischer Normalstoß mit Adhäsion	120
5.3.1	Homogene Medien mit JKR-Adhäsion	120
5.3.2	Homogene Medien mit Adhäsion nach Maugis (parabolischer Kontakt)	122
5.3.3	Funktionale Gradientenmedien mit JKR-Adhäsion.	124
5.4	Viskoelastischer Normalstoß ohne Adhäsion.	125
5.4.1	Inkompressibles Kelvin-Voigt-Medium.	125
5.4.2	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen.	131
5.4.3	Inkompressibles Standardmedium	133
5.4.4	Inkompressibles Kelvin-Maxwell-Medium	138
5.4.5	Kompressibles Kelvin-Voigt-Medium	140
5.5	Elasto-Plastischer Normalstoß ohne Adhäsion	142
5.5.1	Theoretische Modellierung	143
5.5.2	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen.	145
5.6	Elasto-Plastischer Normalstoß mit Adhäsion.	147
5.7	Zusammenfassung	152
	Literatur.	153
6	Quasistatische ebene Stöße von Kugeln	157
6.1	Elastischer schiefer Stoß ohne Gleiten	157
6.1.1	Homogene Medien.	158
6.1.2	Funktionale Gradientenmedien	163
6.2	Viskoelastischer schiefer Stoß ohne Gleiten	166
6.2.1	Inkompressibles Kelvin-Voigt-Medium.	167
6.2.2	Inkompressibles Kelvin-Maxwell-Medium	168

6.3	Elastischer schiefer Stoß mit Gleiten.....	169
6.3.1	Homogene Medien.....	170
6.3.2	Funktionale Gradientenmedien.....	175
6.3.3	Vergleich mit experimentellen Ergebnissen.....	176
6.4	Viskoelastischer schiefer Stoß mit Gleiten.....	177
6.5	Elasto-Plastischer schiefer Stoß mit Gleiten.....	179
6.6	Zusammenfassung.....	180
	Literatur.....	181
7	Räumliche Effekte in elastischen Stößen von Kugeln.....	183
7.1	Einfluss der Rotation der Stoßachse.....	183
7.1.1	Reibungsfreier Stoß ohne Adhäsion.....	184
7.1.2	Reibungsfreier Stoß mit JKR-Adhäsion.....	188
7.1.3	Stoß mit Reibung ohne Adhäsion.....	188
7.2	Elastischer Torsionsstoß.....	190
7.2.1	Stoß ohne Gleiten.....	191
7.2.2	Stoß mit Gleiten.....	194
7.3	Zusammenfassung.....	195
	Literatur.....	196
8	Ausgewählte Anwendungen von Stoßproblemen.....	197
8.1	Schlagverschleiß.....	198
8.2	Stoßbasierte Testverfahren.....	199
8.2.1	Materialprüfung durch Rückprallversuche.....	200
8.2.2	Weitere stoßbasierte Testverfahren.....	203
8.3	Granulare Medien.....	204
8.3.1	Kinetische Theorie granularer Medien.....	204
8.3.2	Numerische Simulation granularer Medien.....	206
8.3.3	Formen granularer Medien.....	208
8.4	Astrophysikalische Anwendungen.....	212
8.4.1	Kollisionsmodelle für Eispartikel.....	213
8.4.2	Dynamik der Ringsysteme.....	215
8.5	Anwendungen im Sportbereich.....	216
8.5.1	Ballsportarten.....	216
8.5.2	Schutzhelme.....	218
8.6	Anwendungen in der Medizin.....	218
8.7	Zusammenfassung.....	220
	Literatur.....	222
9	Anhang.....	229
9.1	Verschiebungen bei Hertzschen Tangentialspannungen.....	229

9.2	Tangentiale Spannungsverteilungen für Gradientenmedien	232
9.2.1	Kontakt ohne Gleiten	232
9.2.2	Parabolischer Kontakt	233
9.3	Übersicht der verwendeten Spezialfunktionen	234
9.3.1	Elliptische Integrale	234
9.3.2	Die Gamma-Funktion	234
9.3.3	Die Hypergeometrische Funktion	235
9.3.4	Die Beta-Funktion	236
9.4	Quellcode für viskoelastischen schiefen Stoß mit Gleiten	236
	Literatur.	238
	Stichwortverzeichnis.	239