

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Stand der Forschung - Theorie und Anwendung	1
1.1.1	Einzelkontakt	1
1.1.2	Kontakt rauher Oberflächen	3
1.1.3	Dimensionsreduktionsmethode	4
1.2	Zielsetzung	5
2	Abbildung des elastischen Kontaktes axialsymmetrischer Indenter beliebigen Profils mittels Dimensionsreduktion	9
2.1	Dreidimensionales Kontaktproblem	9
2.1.1	Grundgleichungen der Elastostatik	10
2.1.2	Darstellung über Verschiebungsfunktion	11
2.1.3	Lösung mittels HANKEL-Transformation für den axialsymmetrischen Fall . . .	13
2.1.4	Kontaktkraft und Eindrücktiefe bei einem Polynom n -ten Grades als Formfunktion	15
2.2	Eindimensionales Ersatzmodell	16
2.2.1	Erkenntnisse aus Kontaktkraft und Eindrücktiefe nach SNEDDON	16
2.3	Abbildung der Normalspannungsverteilung im Kontaktgebiet	19
2.3.1	Kontaktspannungsverteilung in Abhängigkeit der 3D-Indentergeometrie . . .	20
2.3.2	Kontaktspannungsverteilung im analogen zweidimensionalen Fall	22
2.3.3	Zweidimensionales Ersatzmodell – Abbildung von Kontaktspannungen	25
2.3.4	Eindimensionales Ersatzmodell – Abbildung von Kontaktspannungen	27
2.4	Abbildung der Feldgrößen im Inneren des Halbraums	32
2.4.1	Bedeutung der Forminvarianz ebener und axialsymmetrischer Systeme inklusive der Erweiterung auf raue Indenter	33
2.4.2	Schnittstelle zum eindimensionalen Federmodell bei reinem Normalkontakt . .	37
2.4.3	Anwendung auf den elastoplastischen Normalkontakt	40
2.5	Zusammenfassung zu einem vollständigen Algorithmus	50

3	Erweiterung der Reduktionsmethode zur Abbildung des adhäsiven Kontaktes	53
3.1	Das vollständige Gleichungssystem nach SNEDDON – Einfluß der Starrkörpertranslation	53
3.1.1	1D-Reduktion des nicht-adhäsiven Halbraumkontaktes mit einem flachen zylindrischen Stempel	54
3.1.2	Spannungen und Verschiebungen in der Nähe des Kontaktrandes – Analogie zum Rissspitzenfeld	55
3.1.3	Verallgemeinerung der JKR-Theorie für beliebig geformte axialsymmetrische Oberflächenprofile	55
3.2	Eindimensionales Ersatzmodell für den adhäsiven Kontakt	60
3.2.1	Andruck- und Abziehvorgang – Abreißbedingung	61
3.3	Anwendung des Korrespondenzprinzips auf den adhäsiven Kontakt	62
3.3.1	Spannungen an der Oberfläche eines adhäsiven Kontaktes	62
3.3.2	Vergleichsspannungen im Halbraum für den adhäsiven Kontakt eines Paraboloids	64
4	Reduktionen auf Basis inhomogener ebener Medien – Graded Materials	67
4.1	Selbstähnlichkeit und Gleichgewicht	67
4.2	Halbebene mit einem mit der Tiefe z veränderlichen E -Modul	68
4.2.1	GREEN-Funktionen für die linear-inhomogene Halbebene	69
4.2.2	Abbildung <i>inkompressibler</i> elastischer Materialien in axialsymmetrischen Kontakten – <i>Anbindung an den Algorithmus der Dimensionsreduktion</i>	72
4.3	Abbildung des Tangentialkontaktes zwischen Kugel und elastischem Halbraum	76
4.3.1	Tangentialer Kugelkontakt mit partiellem Gleiten	76
4.3.2	Tangentialkontakt zwischen starrem Zylinder und GIBSON-Medium	77
5	Isotropie elastischer Gittermodelle	83
5.1	Klassifizierung ebener, elastischer Systeme	84
5.2	Quadratisches Gitter und Isotropie	85
5.2.1	Zentrale Wechselwirkungen zu ersten und zweiten Nachbarn	85
5.2.2	BORN-Modell mit unabhängigen elastischen Parametern	87
5.2.3	Rotationsinvariantes Modell	90
5.2.4	MCA-Modell mit effektiver Bindungslänge	92
5.2.5	Zur Randproblematik bei ebenen Systemen am numerischen Beispiel	93
5.3	Räumliches Gittermodell mit effektiver Bindung	95

6	Kontaktsimulation mittels hierarchischer Gittermodelle	99
6.1	Motivation	99
6.1.1	Vollständiger Kontakt zwischen einer starren sinusförmigen Oberfläche und dem elastischen Halbraum	99
6.1.2	Struktur hierarchischer Systeme	101
6.2	Kontaktformulierung und Testfälle	102
6.2.1	Vollständiger Kontakt mit sinusförmiger Oberfläche	102
6.2.2	HERTZscher Kontakt	104
6.3	Kontakt mit rauen Oberflächen	106
6.3.1	Höhenprofil und Leistungsspektrum	107
6.3.2	Selbstaffin fraktale Oberflächen	107
6.4	Ergebnisse numerischer Simulationen mit selbstaffin fraktalen Oberflächen	108
6.4.1	Kontaktfläche vs. Normalkraft bei verschiedenen Auflösungen	109
6.4.2	Mittlerer Abstand der kontaktierenden Oberflächen und Topographie	113
6.5	Ergebnisdiskussion	115
7	Zusammenfassung und Ausblick	117
A	Differenzialoperatoren und Integraltransformationen	121
A.1	Differenzialoperatoren	121
A.2	Integraltransformationen	121
B	Zum zweidimensionalen Kontaktproblem	125
B.1	Herleitung der integralen Bestimmungsgleichungen für die Feldgrößen	125
B.2	Lösung von Dualintegralgleichungen	126
C	Ergänzungen zum axialsymmetrischen Kontaktproblem	129
C.1	Darstellung der realen Oberflächenverschiebung über verallgemeinerte LEGENDRE-Polynome	129
C.2	Darstellung der Geometrie des Ersatzmodells über Wurzelglieder	131
D	Bruchmechanische Grundlagen	135
D.1	Energiefreisetzungsrates und Bruchkriterium nach GRIFFITH	135
D.2	Äquivalenz zum Konzept der Spannungsintensitätsfaktoren	137
E	Linienkontakt des inhomogenen elastischen Kontinuums	139
F	Kinematik und Dynamik hierarchischer Systeme	143
F.1	Wechselwirkungen zwischen den Teilchen	144
F.2	Wechselwirkungen mit der Oberfläche, Kontaktdefinition	145
	Literaturverzeichnis	147