

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen und Symbole	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Literaturübersicht.....	4
1.3 Voraussetzungen, Aufbau und Anwendung.....	8
2 Biegetheorie allgemeiner Schalenstrukturen	11
2.1 Mathematische Grundbegriffe.....	11
2.1.1 Allgemeine Definitionen der Tensorrechnung.....	11
2.1.2 Flächengeometrie im euklidischen Raum.....	12
2.1.3 Tensoranalysis.....	18
2.1.4 Physikalische Komponenten.....	20
2.2 Kinematische Beziehungen.....	21
2.2.1 Der Verzerrungstensor des Kontinuums.....	21
2.2.2 Verzerrungsgrößen unter Berücksichtigung der Normalenhypothese.....	22
2.2.3 Physikalische Verzerrungsgrößen.....	24
2.3 Äußere und innere Kraftgrößen.....	27
2.3.1 Flächenbelastungen.....	27
2.3.2 Schnittgrößenkomponenten.....	28
2.3.3 Physikalische Spannungs- und Schnittgrößenbeziehungen.....	28
2.3.4 Symmetrische Schnittgrößenkomponenten.....	32

2.4	Gleichgewichtsbedingungen	34
2.4.1	Gleichgewicht Theorie erster Ordnung	35
2.4.2	Gleichgewicht Theorie zweiter Ordnung	37
2.5	Randbedingungen der querschubstarken Schale (Normalenhypothese)	39
2.6	Elastomechanische Beziehungen	43
2.6.1	Aufbau des Schalenkontinuums	43
2.6.2	Komponenten des Materialgesetzes	44
2.6.3	Konstitutives Gesetz.....	48
2.6.4	Mehrschichtverbundwerkstoffe.....	50
2.7	Temperaturbelastungen	51
2.7.1	Temperaturverzerrungen	52
2.7.2	Die thermische Ergänzungsmatrix	53
3	Geometrie geschlossener Schalenstrukturen	55
3.1	Mathematische Grundlagen und Definitionen	55
3.1.1	Koordinatensysteme	55
3.1.2	Ortsvektoren	55
3.1.3	Schalenschnitte.....	61
3.2	Spezielle Schalengeometrien	66
4	Lösung der partiellen Differentialgleichungen	75
4.1	Partielle Differentialgleichungen	75
4.2	Übergang auf gewöhnliche Differentialgleichungen.....	79
4.2.1	Einfacher Galerkinansatz	80
4.2.2	Galerkinansatz mit partieller Integration.....	83
4.2.3	Fourieranalyse der Koeffizientenmatrizen	85
4.3	Integrationsmethoden	86

4.3.1	Integralvertauschbare Differentialmatrizen.....	87
4.3.2	Nichtintegralvertauschbare Differentialmatrizen	89
4.4	Gesamtlösung.....	92
4.5	Stabilität	94
4.5.1	Eigenwertanalyse.....	95
4.5.2	Fenstertechnik	97
5	Beispiele	99
5.1	Stabilität nichtrotationssymmetrisch belasteter Kreiszyinderschalen.....	100
5.1.1	Silobehälter unter Windbelastung	100
5.1.2	Silobehälter auf vier Stützen	107
5.1.3	Stringerversteifte Zylinderschale unter Axialbelastung	111
5.2	Statik elliptischer Schalenstrukturen.....	114
5.2.1	Airbus A350 Rumpfstruktur.....	114
5.3	Stabilität elliptischer Zylinderschalen.....	125
5.3.1	Elliptische Zylinderschale unter Innendruckbelastung.....	125
5.3.2	Elliptische Zylinderschale unter Außendruckbelastung	130
6	Zusammenfassung und Ausblick	132
	Anhang	135
	Literatur	167