

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
Kurzfassung	vii
Abstract	ix
Symbolverzeichnis	xix
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Einordnung dieser Arbeit	3
2 Grundlagen	7
2.1 Mechanisches Verhalten der Lamineinzelschicht	7
2.2 Klassische Laminattheorie	10
2.3 Schubdeformationstheorie 1. Ordnung	13
2.4 Schubdeformationstheorie 3. Ordnung	15
2.5 Eigenschaften und Typen von quasi-orthotropen Laminaten	18
2.6 Stabilität ebener Lamine	22
2.6.1 Naviersche Lösung	25
2.6.2 Lévy'sche Lösung	28
2.6.3 Rayleigh-Quotient	29
3 Stand der Technik	31
3.1 Stabilität prismatischer Strukturen	31
3.2 Unsymmetrische Lamine	33
3.3 Geschlossen-analytische Verfahren	34
3.3.1 Diskrete Plattenanalyse	35
3.3.2 Gesamtquerschnittsverfahren	37
3.4 Exakte Verfahren	39
3.5 Experimentelle Studien	41
4 Erweiterte Methode der reduzierten Biegesteifigkeiten	47
4.1 Methode	47
4.2 Naviersche Lösung im Rahmen der TSDT	49

4.3	Ergebnisse	50
4.3.1	Antisymmetrische Kreuzverbunde	50
4.3.2	Antisymmetrische Winkelverbunde	51
4.4	Schlussfolgerungen	57
5	Analytische Charakterisierung des Beulverhaltens von Laminaten mit drehela-	
	tischer Einspannung	59
5.1	Grundgleichungen	60
5.2	Die Lévy'schen Lösungen	66
5.2.1	Gewöhnliche Differentialgleichungen	67
5.2.2	Die transzendente Gleichung	72
5.3	Die geschlossen-analytischen Methoden	74
5.3.1	Methode	74
5.3.2	Ansatzfunktionen	78
5.4	Ergebnisse	83
5.4.1	Finite Elemente Modell	83
5.4.2	Verifikation der Lévy'schen Lösungen	84
5.4.3	Untersuchung der Einspannsteifigkeit	85
5.4.4	Untersuchung von Schichtwiederholung und Faserwinkel	89
5.4.5	Parametereinflüsse des Winkelverbundes	91
5.4.6	RBS-Methode im Rahmen der elastischen Einspannung	93
5.5	Schlussfolgerungen	94
6	Beulverhalten von prismatischen Verbundträgern	97
6.1	Diskrete Plattenanalyse	97
6.2	Finite Elemente Modell	100
6.3	Experimentelle Studie	101
6.3.1	Herstellung der Probekörper	101
6.3.2	Geometrie und Materialeigenschaften der Probekörper	102
6.3.3	Versuchsaufbau	107
6.3.4	Auswertungsmethoden	109
6.3.5	Ergebnisse	109
6.4	Vergleich zwischen theoretischen und experimentellen Ergebnissen	114
6.5	Optimierung	121
6.6	Schlussfolgerungen	123
7	Abschließende Bemerkungen	125
7.1	Zusammenfassung	125
7.2	Ausblick	127
	Literaturverzeichnis	131
	Abbildungsverzeichnis	149