

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	VII
1 Einleitung	1
2 Grundlagen und Inhalte der Arbeit	3
2.1 Grundlagen zu Luftfedern	3
2.2 Stand der Technik zur FE-Simulation	7
2.3 Vorausgegangene Arbeiten	9
2.4 Inhalte dieser Arbeit	10
2.5 Referenzluftfeder	12
3 Mathematische und mechanische Grundlagen	14
3.1 Tensorrechnung	14
3.2 Kontinuumsmechanik	18
3.3 Finite-Elemente-Methode	21
4 Geometrische Modellierung textiler Corde	26
4.1 Mathematische Beschreibung der Cordgeometrie	26
4.1.1 Bahnkurve des Cordes	26
4.1.2 Mitbewegtes Koordinatensystem	29
4.1.3 Geometriemodell des umgebenden Zylinders	34
4.1.4 Geometriemodell eines Garns	35
4.1.5 Tangentenvektor an die Bahnkurve eines Filaments	38
4.1.6 Ebener Schnitt durch die Cordgeometrie	39
4.2 Identifikation des Materialbereichs im Integrationspunkt	40
4.2.1 Strukturiertes Netz	41
4.2.2 Konformes Netz	45
4.2.3 Umsetzung in Abaqus	45
5 Materialbeschreibung	50
5.1 Matrixelastomer	50
5.2 UMAT: Die Materialschnittstelle von Abaqus	51
5.3 Filamentmaterial der Corde	53
5.4 Reduktion der Drucksteifigkeit im Filamentmaterial	57
5.4.1 Modifikation des anisotropen Anteils der freien Energiedichte . .	58
5.4.2 Eigenschaften des modifizierten Materialmodells	60

6	Zyklisch symmetrische Balgwandmodelle	64
6.1	Zyklische Symmetrie	65
6.2	Varianten der Diskretisierung	68
6.2.1	Generierung strukturierter Netze	70
6.2.2	Generierung konformer Netze	71
6.3	Modelldefinition	81
6.4	Kompatibilität	83
6.5	Stabilisierungsmaßnahmen	85
6.6	Vergleich der Diskretisierungsvarianten	89
6.6.1	Geometrie, Material und Lasten	90
6.6.2	Äquivalente Vernetzung	91
6.6.3	Ergebnisse	94
6.7	Möglichkeiten der Auswertung	99
7	Submodelltechnik	103
7.1	Globalmodell	103
7.1.1	Modellaufbau	104
7.1.2	Definition der Rebars	105
7.1.3	Materialmodelle	108
7.1.4	Diskretisierung	109
7.2	Teppichmodell	111
7.2.1	Geometrie, Vernetzung und Material	112
7.2.2	Rand- und Kopplungsbedingungen	117
7.2.3	Auswertung	120
8	Anwendungsbezogene Simulationen	127
8.1	Lastfälle und Modellparameter	127
8.2	Validierung von Streifen- und Globalmodell	130
8.3	Validierung der Submodelltechnik	132
8.4	Vergleich von Standard- und Hybridcord	136
8.5	Nicht axialsymmetrische Lastfälle	140
9	Zusammenfassung und Ausblick	144
9.1	Ergebnisse der Arbeit	144
9.2	Ausblick auf weiterführende Arbeiten	147
A	Anhang	149
A.1	Zusammenhänge zwischen Hencky-Tensor und Strecktensor	149
A.2	Ableitungen von Vektorfunktionen	150
A.3	Ableitungen von Tensorfunktionen	153
A.4	Ableitungen spezieller kinematischer Größen	158
	Literatur	165