

Inhalt

1. Einleitung	1
1.1 Motivation und Zielsetzung	1
1.2 Modellbildung	2
1.3 Lösungsverfahren	4
1.3.1 Raum-Zeit-Finite-Element-Methode	5
1.3.2 Stabilisierte finite Elemente	7
2. Strukturdynamik im Zeitbereich	11
2.1 Einführung in die Strukturdynamik	11
2.2 Federnd gelagerter Starrkörper	12
2.2.1 Modellgleichungen des Starrkörpers	13
2.2.2 Zeitdiskontinuierliches Galerkin-Verfahren	14
2.2.3 Genauigkeit und Filtereigenschaften der Zeitintegration	16
2.2.4 Ablösung der Kraftgrößenfreiwerte	19
2.2.5 Einwirkungen auf dem Rand und im Gebiet	20
2.3 Geometrisch nichtlineare Elastodynamik	21
2.3.1 Kinematik	22
2.3.2 Spannungen	23
2.3.3 Erhaltungssätze der Mechanik in lokaler materieller Form	23
2.3.4 Konstitutive Gleichungen für linear elastisches Material	24
2.3.5 Rand- und Anfangsbedingungen	25
2.3.6 Raum-Zeit-Finite-Element-Formulierung der Elastodynamik	26
2.3.7 Stabilisierung der Raum-Zeit-Elemente	27
2.3.8 Ansätze im Element	30
2.3.9 Iterative Lösung der diskretisierten Gleichungen	32
2.4 Verifikationsbeispiele zur Elastodynamik	34
2.4.1 Kragarm unter Biegung – Einfluß der Elementgeometrie	34
2.4.2 Stoßwelle im Dehnstab – Einfluß der Stabilisierung	35
2.4.3 Wellenausbreitung im berandeten elastischen Halbraum	39
2.4.4 Einachsig gespannte Membran unter Eigengewicht	41

3. Strömungsmechanik inkompressibler viskoser Fluide	45
3.1 Einführung in die Strömungsmechanik	45
3.1.1 Charakterisierung von Strömungsvorgängen	45
3.1.2 Modellgleichungen für Strömungen	48
3.1.3 Modellierung turbulenter Strömungen	50
3.1.4 Strömungsmodelle in der Bauwerksaeroelastik	53
3.2 Reynolds-Gleichungen	55
3.2.1 Beschreibungsvariablen der Strömung	55
3.2.2 Lokale Form der Reynolds-Gleichungen	56
3.2.3 Lineare Wirbelviskositätsmodelle	58
3.2.4 Rand- und Anfangsbedingungen	59
3.2.5 Raum-Zeit-Finite-Element-Formulierung	60
3.2.6 Stabilisierung der Raum-Zeit-Elemente	62
3.2.7 Iterative Lösung ohne Turbulenzmodell	63
3.3 k - ω -Turbulenzmodell	64
3.3.1 Lokale Form der Modellgleichungen	65
3.3.2 Rand- und Anfangsbedingungen	67
3.3.3 Raum-Zeit-Finite-Element-Formulierung	69
3.3.4 Iterative Lösung der gekoppelten Modellgleichungen	70
3.4 Verifikationsbeispiele zur Strömungsmechanik	72
3.4.1 Laminare Zylinderumströmung – DFG-Benchmark	72
3.4.2 Turbulente Plattengrenzschicht	76
4. Kopplung von Struktur und Fluid	81
4.1 Einführung	81
4.2 Lösungsstrategien für gekoppelte Systeme	83
4.2.1 Partitionierte Lösung mit schwacher Kopplung	83
4.2.2 Partitionierte Lösung mit starker Kopplung	85
4.2.3 Simultane Lösung	85
4.3 Kopplungsbedingungen	86
4.3.1 Lokale Form der Kopplungsbedingungen	87
4.3.2 Gewichtete Integralformulierung	88
4.4 Veränderliches Strömungsgebiet	90
4.4.1 Analogie zur ALE-Formulierung	90
4.4.2 Netzbewegung	91
4.5 Verifikationsbeispiel zur Kopplung	95

5. Aeroelastik von Brückenquerschnitten	99
5.1 Aufgabenstellung	99
5.2 Wirbelablösung an Brückenquerschnitten	101
5.3 Aeroelastik des H-Querschnitts	105
5.3.1 Einfluß der Anströmgeschwindigkeit	106
5.3.2 Phänomenologie der Selbsterregung	110
5.3.3 Aeroelastische Beiwerte für Flatteranalysen von Brücken . . .	112
6. Angeströmtes Membran-Hängedach	115
6.1 Aufgabenstellung	115
6.2 Gebäudeumströmung bei festgehaltenem Membrandach	116
6.3 Interaktion von Membranbewegung und Gebäudeumströmung	119
7. Zusammenfassung und Ausblick	123
7.1 Zusammenfassung	123
7.2 Ausblick	124
Summary	129
Literatur	135