

Dipl.-Ing. Volker Kassera, Rottenburg-Oberndorf

Entwicklung eines numeri- schen Berechnungsverfahrens für Schwingungen querange- strömter Rohrbündel

Reihe **20**: Rechnerunterstützte
Verfahren

Nr. **238**

Inhalt

1	Problemstellung und Lösungsweg	1
1.1	Rohrbündelschwingungen	1
1.2	Zielsetzung	7
1.3	Gliederung der Arbeit	10
2	Literaturübersicht	11
2.1	Grundlagen der Strömungssimulation	12
2.2	Umströmung eines feststehenden Einzelrohrs	16
2.3	Durchströmung starrer Rohranordnungen	22
2.4	Berechnung des Strömungsfeldes um bewegte Rohre . .	27
3	Numerisches Berechnungsverfahren	35
3.1	Grundsätzliche Festlegungen	35
3.1.1	Ersatzmodell	35
3.1.2	Bewertungskriterien	36
3.1.3	Auswahl des numerischen Verfahrens	38
3.2	Berechnungsgitter	39
3.3	Turbulenzmodellierung	43
3.3.1	Problemstellung	43
3.3.2	Auswahl eines Turbulenzmodells	46
3.4	Resultierende Bestimmungsgleichungen	47
3.5	Diskretisierungsverfahren	50
3.5.1	Diskretisierung der Konvektions-Diffusions-Terme	52
3.5.2	Zeitliche Diskretisierung	52
3.5.3	Diskretisierung der Quellterme	53
3.5.4	Anordnung der Variablen	54
3.5.5	Bestimmung der turbulenten Viskosität	55
3.5.6	Randbedingungen	55
3.5.7	Zusammenfassung: Diskretisierte Gleichungen . .	56
3.6	Lösung des Gleichungssystems	60
3.6.1	Herleitung der Druck- und Geschwindigkeitskorrekturgleichungen	60
3.6.2	Bestimmung der einzelnen Strömungsgrößen . . .	63
3.6.3	Kopplung der Rechengitter	63
3.7	Fluidmechanisch-dynamische Kopplung	68
3.7.1	Bestimmung der Fluidkräfte	68
3.7.2	Berechnung der dynamischen Größen	70

3.7.3	Verzerrung der Gitter	71
3.8	Implementierung des Berechnungsverfahrens	71
3.9	Testrechnungen	75
3.9.1	Einfluß der numerischen Parameter	75
3.9.2	Tauglichkeit des Turbulenzmodelles	79
3.9.3	Weitere Berechnungen am starren Einzelzylinder	81
3.9.4	Testrechnung mit einem ausgelenkten Rohr	82
3.10	Zusammenfassung: Berechnungsverfahren	83
4	Experimentelle Untersuchungen	85
4.1	Versuchsaufbau	85
4.1.1	Strömungskanal	86
4.1.2	Rohrbündelmodule	86
4.1.3	Meßtechnik	88
4.2	Versuchsprogramm	88
4.2.1	Variierte Parameter	88
4.2.2	Untersuchte Bündel	89
4.2.3	Versuchsablauf	89
4.3	Auswerteverfahren	91
4.3.1	Fast-Fourier-Transformation: Wasserialldarstellung	91
4.3.2	Dimensionslose Darstellungen	94
4.3.3	Amplitudenverläufe	95
4.4	Zusammenfassung: Versuche	99
5	Berechnungsbeispiele	100
5.1	Auswertung der Berechnungsergebnisse	100
5.2	Vergleich mit experimentellen Daten	102
5.2.1	Große Teilungsverhältnisse	102
5.2.2	Kleine und mittlere Teilungsverhältnisse	105
5.3	Interpretation der Ergebnisse	110
6	Zusammenfassung und Ausblick	113
7	Literatur	117