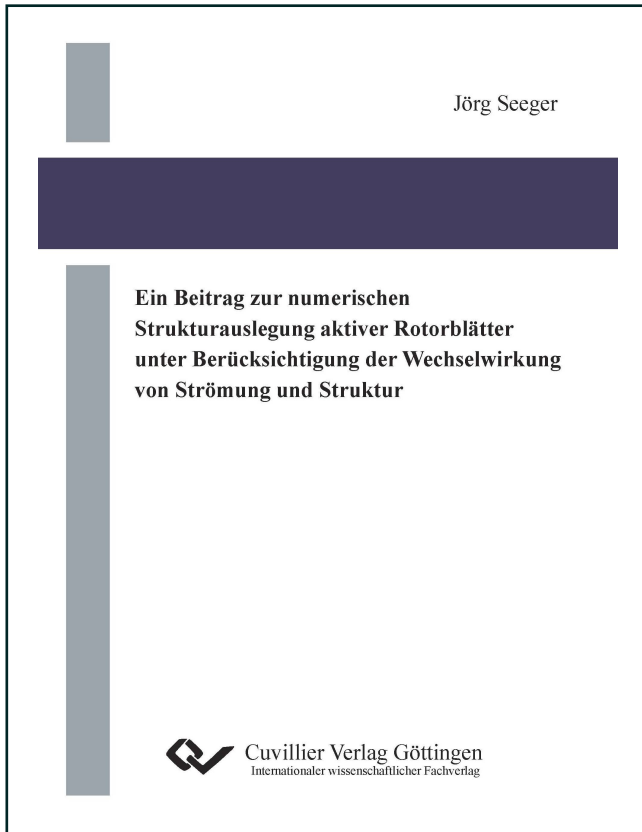




Jörg Seeger (Autor)

Ein Beitrag zur numerischen Strukturauslegung aktiver Rotorblätter unter Berücksichtigung der Wechselwirkung von Strömung und Struktur



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6278>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	vii
1 Einleitung	1
2 Stand der Forschung	3
2.1 Verformungskonzepte und Aktuatorik	3
2.2 Optimierung aktiver Strukturen	11
2.3 Abgrenzung der Arbeit	13
3 Grundlagen	15
3.1 Aerodynamik des Rotorblattes	15
3.1.1 Aerodynamische Größen am Profil	15
3.1.2 Die Bewegungen des Rotorblattes und resultierende Phänomene	17
3.2 Einführung in die Fluid-Struktur-Kopplung	20
3.2.1 Klassifikation gekoppelter Probleme	21
3.2.2 Lösungsstrategien gekoppelter Systeme	21
3.3 Aktuatoren	22
3.3.1 Piezokeramische Aktuatoren	22
3.3.2 Elektroaktive Polymere	25
3.3.3 Formgedächtnislegierungen	26
3.3.4 Magnetostriktive Aktuatoren	28
3.3.5 Hydraulische und pneumatische Aktuatoren	28
3.3.6 Elektrische Aktuatoren	29
4 Strukturkonzept des aktiven Rotorblattes	31
4.1 Vorbetrachtungen	31
4.1.1 Anforderungen an das aktive Rotorblatt	32
4.1.2 Analyse vorhandener Strukturkonzepte	33
4.2 Strukturkonzept des aktiven Rotorblattes	34
4.2.1 Aktive Fachwerkstruktur	34
4.2.2 Auswahl des Aktuatortyps	35
4.2.3 Anbindung des aktiven Blattbereichs an den passiven	36
5 Strukturoptimierung	39
5.1 Grundlagen der Strukturoptimierung	39
5.2 Evolutionäre Optimierung	42
5.2.1 Selektionsoperatoren	45



Inhaltsverzeichnis

5.2.2	Veränderungsoperatoren	47
5.3	Optimierungsprogramm GEOPs ²	52
5.3.1	Programmstruktur	52
5.3.2	Effizienzsteigernde Maßnahmen	54
6	Bewertungsmodell	57
6.1	Strukturmodell	57
6.1.1	Modellparameter zur Beschreibung des Bauraums	57
6.1.2	Entwurfsvariablen	58
6.1.3	Erweiterte Funktionalitäten	61
6.1.4	Numerisches Analysemodell	62
6.1.5	Belastung der Rotorblattstruktur	63
6.2	Ablauf der Strukturbewertung	64
6.2.1	Straffaktoren des Bewertungsmodells	66
6.2.2	Ersatzzielfunktionswert „Strukturmasse“	68
6.3	Kennwertberechnung des Rotorblattquerschnitts	69
6.3.1	Methode der virtuellen Verrückungen	69
6.3.2	Validierung der Querschnittsberechnung	77
6.4	Aktuatorexperiment	82
6.4.1	Aufbau, Durchführung und Ergebnisse der Aktuatorexperimente	82
6.4.2	Validierung der Struktursimulation	87
7	Die Fluid-Stuktur-Kopplung im Bewertungsmodell	91
7.1	Strömungssimulation	91
7.1.1	Panelmethode nach Hess-Smith	92
7.1.2	Validierung der Strömungssimulation	95
7.1.3	Kompressibilitätskorrektur	98
7.2	Umsetzung im Bewertungsmodell	99
7.2.1	Schnittstellen und Konvergenzkriterium	101
7.2.2	Aerodynamische Straffaktoren und Ersatzzielfunktionswerte	102
8	Anwendungsbeispiele der Auslegungsmethodik	105
8.1	Verwendetes Bewertungsmodell und dessen Einstellungen	106
8.2	Anwendungsbeispiel 1	108
8.2.1	Auswertung der Optimierungsrechnungen	110
8.2.2	Ausgewählte Strukturvarianten	111
8.3	Anwendungsbeispiel 2	114
8.3.1	Auswertung der Optimierungsrechnungen	114
8.3.2	Ausgewählte Strukturvarianten	115
8.4	Anwendungsbeispiel 3	118
8.4.1	Auswertung der Optimierungsrechnungen	119
8.4.2	Ausgewählte Strukturvarianten	119



8.5	Anwendungsbeispiel 4	123
8.5.1	Auswertung der Optimierungsrechnungen	123
8.5.2	Ausgewählte Strukturvarianten	124
9	Zusammenfassung und Ausblick	129
	Literaturverzeichnis	132
	Abbildungsverzeichnis	139
	Tabellenverzeichnis	143
A	Querschnitt	147
A.1	Holm im Übergangsbereich	147