

Kapitel 1

Zielsetzung

Mit diesem Buch soll aus der Sicht der Industrie bzw. der praktischen Entwicklung von Verdichtern für Turbo-Flugtriebwerke ein Überblick der bisherigen technischen Entwicklung und des heutigen Standes der Auslegung und Konstruktion vermittelt werden. Großer Wert wird dabei darauf gelegt, zum Verständnis der vom Gesamttriebwerk ausgehenden Beschränkungen der Verdichter-Auslegungsparameter und der vom Triebwerk aufgeprägten Arbeitsbedingungen der Verdichter unter verschiedenen Flug- bzw. Betriebsbedingungen beizutragen.

Dazu werden auf der Grundlage einer breiten, industriell verfügbaren Datenbasis die bisherige zeitliche Entwicklung der wichtigen Auslegungs- und Betriebsparameter, die dabei zu beachtenden gegenseitigen Abhängigkeiten und die zu empfehlenden Kombinationen der Auslegungsparameter angesprochen. Die für diese Fortschritte mit maßgebenden Voraussetzungen, d. h. die Forschungsergebnisse im Bereich der theoretischen und experimentellen Aerodynamik – z. B. der Gitterdurchströmung – und die Entwicklung der analytischen Methodik werden angesprochen. Der entscheidende Beitrag des inzwischen erreichten Standards der rationellen und differenzierten Beherrschung der 3-dimensionalen, kompressiblen, reibungs- bzw. verlustbehafteten Durchströmung einer Folge von Gittern, die zugleich zur Erhöhung der Auslegungs-Treffsicherheit im Vergleich zur früheren Situation führt, wird erläutert. Hierzu werden u. a. die verfügbaren Methoden zur Gestaltung der Schaufelprofile, zur Vorausberechnung des Wirkungsgrades und der Lage der Pumpgrenze dargelegt. In diesem Zusammenhang wird auch die Problematik der analytischen Kombination des Betriebsverhaltens von Einzelstufen zum Kennfeld mehrstufiger Verdichter beschrieben.

Behandelt werden alle in Flugtriebwerken vorkommenden Verdichterkomponenten bzw. -bauweisen wie 1-stufige Fans ziviler Nebenstromtriebwerke, mehrstufige sog. „Booster“ sowie Niederdruck-, Mitteldruck- und Hochdruckverdichter von Zweikreis-/Mehrwellentriebwerken bis hin zu Axial-/Radialverdichtern und 2-stufigen Radialverdichtern von Gasgeneratoren kleiner Wellenleistungstriebwerke. Dabei wird auf die unterschiedlichen Anforderungen an Verdichter ziviler und militärischer Triebwerke und ihre Konsequenzen für Auslegung und Konstruktion eingegangen.

Nachdem die in [10] enthaltene, der Projektierung von Turbo-Flugtriebwerken zugewandte, Beschreibung des in den 1980/1990-er Jahren bei der MTU Aero Engi-

nes mit Partnern durchgeführten Technologieprogramms zu Mantelpropfans seither nicht zur Entwicklung eines einsatzreifen Triebwerks geführt hat und eine solche in absehbarer Zeit wohl auch nicht zu erwarten ist, werden die Ergebnisse des o. a. Programms zu experimentellen SR- und CR-Propfans den dargelegten statistischen Daten konventioneller Fans zur Seite gestellt. Immerhin lässt der bei zivilen Turbofans anhaltende Trend zu niedrigeren spezifischen Schüben und der zunehmende Druck auf günstigere SBVs bei reduzierter Schadstoffemission und herabgesetztem Lärmpegel den Schluss zu, dass die Einführung des Mantelpropfans nach diesem oder jenem Konzept in der weiteren Zukunft eine realistische Option darstellt.

Besondere Aufmerksamkeit wird der analytischen Beherrschung der als Folge der Entwicklungstendenzen bei Axialverdichtern zunehmend komplexer werden Situation bei aerodynamisch und mechanisch erregten Schaufelschwingungen und der dabei verfügbaren analytischen Methodik gewidmet. Soweit im Einzelfall gefordert – wie z. B. bei Fan-Stufen ziviler Nebenstromtriebwerke – werden die bei der Festlegung der Auslegungsparameter zu beachtenden Rückwirkungen auf die akustischen Eigenschaften der Komponente im Sinne der Lärmemission beschrieben.

Den bei Axialverdichtern eingesetzten Elementen variabler Geometrie zur Beeinflussung bzw. Verbesserung des Betriebsverhaltens wird die ihnen zukommende Beachtung geschenkt.

Angemessene Würdigung finden auch die bei der praktischen Entwicklung von Verdichtern zu lösenden Probleme wie z. B. die Begrenzung der Auswirkung der Radialspalte auf Wirkungsgrad und Pumpgrenze unter allen Betriebsbedingungen durch spezielle Rotor- und/oder Gehäusekonstruktion, die Bauweise der Leitgitter ohne oder mit Innenringen und ihre Auswirkung auf das Betriebsverhalten, die Konstruktion der Rotoren mit eingesetzten Schaufeln oder in integraler Bauweise, die Entnahme von Druckluft nach innen oder außen, die Vorsorge gegenüber Anstreifen der Laufschaufeln im Betrieb und anderes mehr.

Die Wirkung von Einlaufstörungen auf das Verdichter-Betriebsverhalten und auf das Zusammenwirken aufeinanderfolgender Verdichter und die für die Vorausberechnung verfügbaren Ansätze werden beschrieben.

Schließlich soll mit diesem Buch Studierenden und jungen Ingenieuren über im allgemeinen verfügbare Rechenprogramme hinaus das Verständnis der physikalisch/technischen Zusammenhänge bei der Gestaltung und Entwicklung von Verdichtern für Turbo-Flugtriebwerke vermittelt und damit zugleich der Blick für zukünftige Entwicklungen und die dabei zu lösende Problematik geschärft werden.

Die langjährige Tätigkeit des Verfassers bei der MTU in der Verdichterentwicklung und Projektierung von Turbo-Flugtriebwerken hat zusammen mit gelegentlichem Rückgriff auf die MTU-Datenbasis wesentlich zum Gehalt des Buches an technischer Information beigetragen. Die beschriebenen Gestaltungsprinzipien und Entwicklungstendenzen bei Verdichtern reflektieren jedoch weitestgehend die persönliche Meinung des Verfassers und nicht die bei der MTU verfolgten technischen Entwicklungen und Projekte. Etwaige Ähnlichkeiten der beschriebenen Verdichterkonzepte mit Projekten der MTU sind daher zufällig.

Verdichter für Turbo-Flugtriebwerke

Grieb, H.

2009, XV, 696 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-34373-8