

Die Analyse der Dynamik in turbulenten Strömungen ist wegen des instationären, dreidimensionalen und stochastischen Charakters von Turbulenz noch immer eine große Herausforderung. Dieser ist jedoch zu begegnen, um die Eigenschaften von Turbulenz zu charakterisieren und zu quantifizieren, so daß erwünschte bzw. unerwünschte Effekte wie starke Vermischung oder erhöhter Widerstand, speziell in technisch relevanten Strömungen erkannt, verstanden und gegebenenfalls kontrolliert werden können. Insbesondere aufgrund der räumlich-zeitlichen Variation turbulenter Strömungen muß im Rahmen der Analyse nahezu zwingend methodenbasiert vorgegangen werden, um zumindest die dominanten Effekte im industriellen Umfeld semi-automatisch zu extrahieren.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Strömung um einen wandgebundenen Zylinderstumpf, der repräsentativ für diverse Fahrzeuganbauten oder auch Gebäude ist, als Beispiel einer komplexen turbulenten Strömung numerisch hochauflösend simuliert und bezüglich stark verschiedener Perspektiven analysiert. Im Rahmen der traditionell üblichen statistischen Analyse konnte eine Topologie für das zeitlich gemittelte Strömungsfeld gewonnen werden und kaum dokumentierte Einzelheiten extrahiert und quantifiziert werden. Der dabei extensiv durchgeführte Vergleich von numerischen und experimentellen Strömungsdaten lieferte durchweg hervorragende Übereinstimmung.

Die Analyse der Strömungsdynamik wurde unter Verwendung einer Kombination konzeptionell unterschiedlicher Analysemethoden durchgeführt. Zu den wichtigsten und erfolgreichsten Verfahren zählen Proper Orthogonal Decomposition, ein neu entwickelter Strukturverfolgungsalgorithmus sowie verschiedene Filterungskonzepte. Die Extraktion der dominanten Bewegungsformen, intermittierenden Effekte und instantanen Wirbelformationen wurde durch diese Methoden wesentlich vereinfacht. Schwierigkeiten bei der Identifikation von Einzelphänomenen treten durch deren Interaktion und Synchronisation im Strömungsfeld auf. Dennoch kann wesentlich zum Verständnis der speziellen Strömung beigetragen werden, und die Eigenschaften der eingesetzten Analyseverfahren können hinsichtlich ihrer Eignung zur Turbulenzanalyse charakterisiert werden.



Dissertation

Technische  
Universität  
Berlin

2010

Octavian  
Frederich

## Numerische Simulation und Analyse turbulenter Strömungen am Beispiel der Umströmung eines Zylinderstumpfes mit Endscheibe

O. Frederich ♦ Numerische Simulation und Analyse turbulenter Strömungen

ISBN: 978-3-7983-2241-7 (Druck)

ISBN: 978-3-7983-2242-4 (Online)

D 83

D83

