

Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden Messdaten aus Flug- und Windkanaltests ausgewertet, um die Eignung von Modellen für Kohärenzlänge und Phasengeschwindigkeit im Gebrauch bei flugtestähnlichen Bedingungen zu überprüfen. Hierfür wurden zunächst die Messbedingungen bei den Experimenten für die Erstellung der empirischen Modelle evaluiert. Zur Validierung und Anpassung der Kohärenzlängenmodelle wurden Flugversuche an einem repräsentativen Mittelstreckenflugzeug durchgeführt. Für die Evaluierung und Anpassung der Phasengeschwindigkeitsmodelle wurden hochgeschwindigkeits-Windkanaldaten herangezogen, bei denen die Ausrichtung der Sensoren zur Strömung bekannt war. Die Herausforderung bei der Datenverarbeitung lag in der Präsenz von unbekanntem oder dominanten und störenden Parametern.

In den experimentellen Flugtestdaten zeigte sich eine lokale Abweichung der Strömungsrichtung von der Rumpfausrichtung. Während bei vorhergehenden Untersuchungen anderer Autoren für die Bestimmung dieser Abweichung noch zusätzliche experimentelle Maßnahmen erforderlich waren, konnte dieser Parameter nun aufgrund der zweidimensionalen Sensorverteilung direkt aus den Messdaten bestimmt werden. Beim Vergleich früherer Modelle mit den aktuellen Daten zeigte sich eine bessere Übereinstimmung derjenigen Modelle mit bekannter oder bestimmter Strömungsrichtung.

Bei der Auswertung von Windkanaldaten zur Bestimmung der Phasengeschwindigkeiten zeigten sich dominante Kanalhintergrundgeräusche, welche die interessierenden turbulenten Druckschwankungen im Wellenzahlbereich bei niedrigen überdeckten. Unter Zuhilfenahme einer eigens modifizierten Version des CLEAN-SC-Algorithmus konnte der Dynamikbereich der Auswertung deutlich erhöht und die interessierenden Effekte im Wellenzahlspektrum freigelegt werden. Zur Validierung der Methode wurden DNS-Daten zur gleichen Auswertung herangezogen. Ein Vorhersagemodell im Speziellen war geeignet die experimentellen Daten zu beschreiben.

Abstract

The current work deals with the evaluation of flight test and wind tunnel data in order to determine the applicability of models for surface pressure fluctuation coherence lengths and phase velocities underneath a turbulent boundary layer at flight test conditions. For this, firstly the measurement conditions present at the experiments for the setups of the empirical models were evaluated. For the validation and adaptation of the coherence lengths models, flight tests on a representative mid-range aircraft were conducted. For the evaluation and adaptation of the phase velocity models high-speed wind tunnel test data were used where the alignment of the transducers to the flow was known. The challenge in evaluation was that every dataset was affected by a particular contamination.

In the flight test data, a deviation of the flow direction from the fuselage orientation was observed. While this was known from preceding investigations by other authors, additional experimental effort for the determination of this deviation had always been required. The current evaluation method allows for a determination based solely on the pressure data itself, due to the two-dimensional distribution of transducers. Comparison of the current data with earlier coherence length models revealed a better agreement of models for which the flow direction was known or determined.

In the evaluation of high-speed wind tunnel data dominant acoustic pressure fluctuations were present which covered the desired turbulent pressure fluctuations in the wavenumber domain. By means of a specifically modified CLEAN-SC algorithm, the dynamic range of the evaluation was extended thereby uncovering the effects of interest in the wavenumber domain. For validation of the method, a similar DNS dataset was consulted for similar analysis. One prediction model in particular was capable of predicting the results from the experimental analysis.