

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Physikalische Grundzüge der Grenzschichttheorie	11
2.1. Grundlegende Definitionen und Charakterisierungsgrößen	11
2.2. Turbulente Geschwindigkeitsprofile einer Grenzschicht	13
2.3. Bestimmung der Wandschubspannung turbulenter Strömungen	17
2.4. Turbulenzstrukturen	18
3. Messmethoden und Randbedingungen des Freiflugexperimentes	25
3.1. Operationelle Randbedingungen	26
3.2. Mikrophysikalische Eigenschaften von tiefen und mittelhohen Wolken	27
3.3. Das Messprinzip der <i>Particle Image Velocimetry</i> (PIV)	34
3.3.1. Analyse der Streupartikel für PIV-Freiflugmessungen	34
3.3.2. Auswertung von PIV-Daten	39
3.3.3. Fehlerquellen und Genauigkeitsbetrachtungen	41
3.4. Druck-basierte Geschwindigkeitsmessung	43
3.4.1. Gesamtdruckmessung mittels PITOT-Sonden	45
3.4.2. Bestimmung des statischen Druckes durch eine Wanddruckbohrung	48
3.5. Experimentelle Methode zur Charakterisierung der PIV-Streupartikel	51
3.5.1. Grundlagen der interferometrischen Methode zur Bestimmung von Tropfengrößen	52
3.5.2. Methode zur Auswertung der ILIDS-Aperturbilder	55
3.5.3. Über Grenzen und Genauigkeiten der ILIDS-Methode	58
4. Der Flugversuch: Messaufgabe, Versuchsaufbau und Durchführung	63
4.1. Zielstellung und Messaufgabe der Flugversuchskampagne	63
4.2. Modifikation des Versuchsträgers	65
4.2.1. Die Forschungsplattform <i>DORNIER DO228-101</i>	65
4.2.2. Übersicht über die Gesamtinstallation	67
4.2.3. Der Stereo-PIV-Aufbau	68

4.2.4.	Geschwindigkeitsmessung mittels traversierbarer Differenzdrucksonden	72
4.2.5.	Das ILIDS-System für PIV-Flugversuche	74
4.2.6.	Überblick über die Messbereiche	76
4.2.7.	Laserbetrieb und -sicherheit während der Flugmesskampagnen	77
4.3.	Durchführung des Freiflugexperimentes	78
5.	Ergebnisse des Freiflugexperimentes	83
5.1.	Ergebnisse zur Grenzschichtuntersuchung mittels verfahrbarer Differenzdrucksonden	84
5.1.1.	Grenzschichtgesetze der turbulenten Wandgrenzschicht	86
5.1.2.	Charakteristik der turbulenten Grenzschicht in Hauptströmungsrichtung	90
5.2.	PIV-Geschwindigkeitsvektorfelder einer turbulenten Grenzschichtströmung	92
5.2.1.	Gemittelte und momentane Geschwindigkeitsfelder unter Berücksichtigung unterschiedlicher Flugzeugkonfigurationen	95
5.2.2.	Gegenüberstellung gemittelter Geschwindigkeitsfelder zweier wandparalleler Messebenen in der Rumpfgrenzschicht	98
5.3.	Partikel- und druck-basierte Geschwindigkeitsmessungen im Vergleich	105
5.4.	Auswirkungen der Atmosphäre auf die Grenzschichtmessung	111
5.4.1.	Charakterisierung der Streupartikel der Atmosphäre	111
5.4.2.	Einfluss von atmosphärischen Turbulenzen auf das Freiflugexperiment	118
6.	Zusammenfassung und Ausblick	125
A.	Übersicht über die Messpunkte	129
	Abbildungsverzeichnis	135
	Tabellenverzeichnis	141
	Literatur	143