

Dipl.-Ing. Michael Kruse, Stuttgart

**Einsatz der Laser-
Doppler-Anemometrie
zur Untersuchung des
laminar-turbulenten
Grenzschichtumschlags
an der ebenen Platte**

Reihe **7**: Strömungstechnik

Nr. **317**

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	VII
Kurzfassung	X
1 Einleitung	1
1.1 Einführung	1
1.2 Historische Entwicklung der Umschlagforschung	3
1.3 Problemstellung und Übersicht	5
2 Stabilitätstheorie und Modalanalyse	9
2.1 Lineare Stabilitätstheorie	9
2.2 Modalanalyse experimenteller Daten	11
2.3 Nichtlineare Störungsentwicklung	13
3 Der Laminarwasserkanal (LaWaKa)	15
4 Das Laser-Doppler-Anemometer (LDA)	17
4.1 Aufbau und Meßprinzip	17
4.1.1 Strahlengang bis zum Meßvolumen	17
4.1.2 Meßvolumen und Signalentstehung	18
4.1.3 Signalauswertung und Datenverwaltung	20
4.1.4 Die Traversierung	22
4.2 Eigenheiten der LDA und Genauigkeitsgrenzen	22
4.2.1 Partikelstatistik und Bias	23
4.2.2 Strahlengang und Streifenverzerrung	25
4.2.3 Räumliche Auflösung und Genauigkeit der Frequenzbestimmung	26
4.2.4 Weitere Fehlereinflüsse	28
4.2.5 Statistische Genauigkeit	30
4.2.6 Vor- und Nachteile gegenüber Hitzdrahttechniken	30
5 Meßwerterfassung und Datenanalyse	32
5.1 Eigene Auswerteroutinen	32
5.2 Grenzschichtprofile	33
5.3 Querverläufe	33
5.4 Fourier-Analyse der Daten	34
5.5 Wellensynchronisation	40

6	Ergebnisse des Experiments zum Grenzschichtumschlag mit fundamentaler Resonanz	41
6.1	Störungseingabe und Anfangsbedingungen	42
6.2	Grenzschichtentwicklung	46
6.3	Welleneinkopplung	46
6.4	Globale Entwicklung	50
6.5	Formation der Lambda-Wirbel und Wirbelstärken in der Peak-Ebene	51
6.6	Lambda-Wirbel	54
6.7	Multispoke-Stadien	55
6.8	Visualisierungen der Lambda-Wirbel	60
6.9	Weitere Entwicklung	61
7	Zusammenfassung und Ausblick	62
	Bildteil	65
	Anhang	104
	Literatur	111