

# Inhaltsverzeichnis

<b>Nomenklatur</b>	<b>V</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Theorie</b>	<b>4</b>
2.1 Transitionsmechanismen . . . . .	4
2.1.1 Tollmien-Schlichting Instabilität . . . . .	5
2.1.2 Querströmungsinstabilität . . . . .	5
2.1.3 Anlegelinieninstabilität . . . . .	6
2.2 Transitionsvorhersage: Stand der Technik . . . . .	7
2.2.1 Hierarchie der Konzepte . . . . .	7
2.2.2 Lineare lokale Stabilitätstheorie zur Transitionsvorhersage . . . . .	9
2.2.3 Berechnung der Tollmien-Schlichting Instabilität . . . . .	12
2.2.4 Berechnung der Querströmungsinstabilität . . . . .	12
2.3 Experimentelle Verfahren . . . . .	13
2.3.1 Hörrohr . . . . .	13
2.3.2 Strömungsvisualisierungen . . . . .	13
2.3.3 Infrarotthermographie . . . . .	15
2.3.4 Heißfilmanemometrie . . . . .	15
2.4 Numerische Verfahren . . . . .	16
<b>3 Versuchsauslegung</b>	<b>17</b>
3.1 Entwurf des Profils . . . . .	17
3.2 Rechnungen zum gepfeilten Flügel unendlicher Streckung . . . . .	18
3.3 Entwurf des Flügels . . . . .	18
3.4 Nachrechnung der 3D Geometrie . . . . .	20
3.5 Konzeptentwurf zur Oberflächenstruktur . . . . .	23
3.5.1 Integration und Anordnung der Druckmesstechnik . . . . .	27
3.6 Windkanalmodell . . . . .	27
3.6.1 Fertigung . . . . .	29
3.6.2 Überprüfung der Konturtreue . . . . .	30
3.6.3 Rauigkeit des Modells . . . . .	31
3.6.4 Auslegung der Heissfilmsensoren . . . . .	33
<b>4 Versuch und Auswertung</b>	<b>34</b>
4.1 Versuchsaufbau . . . . .	34
4.2 Messung des Turbulenzgrades . . . . .	34
4.3 Druckmessungen . . . . .	36
4.4 Anstrichbilder . . . . .	36
4.5 Infrarotmessungen . . . . .	37
4.6 Rauigkeitssensitivität . . . . .	41
4.7 Heissfilmmessungen . . . . .	45

<b>5</b>	<b>Numerische Simulation</b>	<b>49</b>
5.1	Auslegungsfall . . . . .	50
5.2	Numerische Sensitivitäten . . . . .	54
5.3	$\alpha = 1, 2^\circ$ Fall . . . . .	59
5.4	$\alpha = -0.3^\circ$ Fall . . . . .	63
5.5	Analyse der Vorhersagegenauigkeit der LST . . . . .	66
5.5.1	Transitionsvorhersage: Grenzschichtdaten aus Grenzschichtcode . . .	66
5.5.2	Transitionsvorhersage: Grenzschichtdaten aus Navier-Stokes Lösung .	67
<b>6</b>	<b>Strömungsanalyse</b>	<b>70</b>
6.1	TSI . . . . .	70
6.2	Laufende QSI - Wellen . . . . .	70
6.3	Stehende QSI - Wirbel . . . . .	72
6.4	Charakterisierung der Flügelumströmung . . . . .	77
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>79</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>82</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>90</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>92</b>
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>93</b>
A.1	Tabellen . . . . .	93
A.2	Fehlerbetrachtung . . . . .	94
A.2.1	Druckverteilung . . . . .	94
A.2.2	Infrarotmessungen . . . . .	94
A.2.3	Heissfilmmessung . . . . .	95