

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungen</b>	<b>iv</b>
<b>Tabellen</b>	<b>vii</b>
<b>Symbole</b>	<b>viii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Wissenschaftlicher Kenntnisstand</b>	<b>4</b>
2.1 Lagerkammern im Gesamtsystem Flugtriebwerk . . . . .	4
2.1.1 Ölsystem eines Flugtriebwerks . . . . .	4
2.1.2 Herausforderungen bei der Auslegung einer Lagerkammer . . . . .	6
2.2 Experimentelle Untersuchungen der Effekte in Lagerkammern . . . . .	7
2.2.1 Strömungsphänomene in Lagerkammern . . . . .	8
2.2.2 Ölströmung . . . . .	10
2.2.3 Luftströmung . . . . .	13
2.2.4 Interaktion zwischen Ölfilm und Luftströmung . . . . .	14
2.2.5 Interaktion zwischen Öltropfen und Luftströmung . . . . .	15
2.2.6 Wärmeübergang . . . . .	16
2.2.7 Zusammenfassung der experimentellen Untersuchungen . . . . .	20
2.3 Berechnungsansätze für Strömungen und Wärmeübergänge in Lagerkammern .	20
2.3.1 Analytische Ansätze . . . . .	21
2.3.2 Numerische Berechnung der reinen Luftströmung . . . . .	21
2.3.3 Vereinfachte numerische Ansätze für die Berechnung der Zweiphasen- strömung . . . . .	22
2.3.4 Vollständige numerische Modellierung der Zweiphasenströmung . . . . .	23
2.3.5 Zusammenfassung der Berechnungsansätze . . . . .	24
2.4 Zusammenfassung des wissenschaftlichen Kenntnisstandes . . . . .	24
<b>3 Zielsetzung und Vorgehensweise</b>	<b>26</b>

---

<b>4</b>	<b>Experimenteller Aufbau</b>	<b>28</b>
4.1	Lagerkammerprüfstand . . . . .	28
4.2	Instrumentierung . . . . .	31
4.3	Durchführung der Messreihen . . . . .	33
4.4	Filmdickenmessung . . . . .	33
4.4.1	Messprinzip und Aufbau . . . . .	34
4.4.2	Messprozedur . . . . .	35
4.4.3	Messgenauigkeit . . . . .	35
4.5	Wärmeübergangsmessung . . . . .	37
4.5.1	Messprinzip und Aufbau . . . . .	37
4.5.2	Messprozedur . . . . .	40
4.5.3	Messgenauigkeit . . . . .	41
<b>5</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>44</b>
5.1	Bestimmung des Zweiphasenströmungsregimes . . . . .	44
5.1.1	Strömungsregime in Lagerkammern . . . . .	44
5.1.2	Ölfilmverteilung am Umfang . . . . .	45
5.1.3	Identifizierung des Regimewechsels . . . . .	46
5.1.4	Öleinlauf vom Lager . . . . .	51
5.1.5	Korrelation der kritischen Impulsstromdichte . . . . .	52
5.2	Lokale Wandwärmeübergänge . . . . .	53
5.2.1	Durchgeführte Messungen . . . . .	53
5.2.2	Messergebnisse . . . . .	54
5.2.3	Bezug zum Strömungsregime . . . . .	54
5.2.4	Zusammenfassung . . . . .	59
5.3	Lokale Filmtemperaturen . . . . .	61
5.3.1	Ergebnisse . . . . .	61
5.3.2	Interpretation der lokalen Temperaturabweichungen . . . . .	62
5.4	Einführung neuer Lagerkammerkennzahlen . . . . .	64
5.4.1	Globaler Wärmeübergangskoeffizient . . . . .	64
5.4.2	Ölkühleffektivität und Nutzölstrom . . . . .	65
5.4.3	Bestimmung der erforderlichen Rechengrößen . . . . .	67
5.4.4	Zusammenfassung der Berechnung der erforderlichen Rechengrößen . . . . .	73

---

5.5	Auswertung der neuen Kennzahlen . . . . .	74
5.5.1	Globaler Wärmeübergangskoeffizient . . . . .	74
5.5.2	Ölkühleffektivität . . . . .	77
5.5.3	Nutzölstrom . . . . .	79
5.6	Ansatz zur allgemeinen Beschreibung des Wandwärmübergangs in Lagerkammern	80
5.6.1	Korrelation des Nutzölstroms . . . . .	81
5.6.2	Verknüpfung von Nutzölstrom und globalem Wärmeübergang . . . . .	82
5.6.3	Zusammenfassung des Berechnungsansatzes . . . . .	85
5.6.4	Bewertung des Berechnungsansatzes . . . . .	87
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>92</b>
	<b>Literatur</b>	<b>95</b>
	<b>Anhang</b>	<b>107</b>
A.1	Stoffwerte des verwendeten Turbinenöls . . . . .	107
A.2	Überblick über bisherige Lagerkammeruntersuchungen . . . . .	108