

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xv</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen und wissenschaftlicher Kenntnisstand</b>	<b>3</b>
2.1 Getriebemechanik . . . . .	4
2.1.1 Reibung und Verluste . . . . .	4
2.1.2 Tribologie . . . . .	9
2.2 Thermalmodellierung von Zahnrädern . . . . .	15
2.3 Prallkühlung an Zahnrädern . . . . .	19
2.4 Wärmeübergang durch Prallkühlung . . . . .	22
2.4.1 Prallkühlung durch Flüssigkeitsstrahlen . . . . .	24
2.4.2 Prallkühlung an bewegten Oberflächen . . . . .	26
2.4.3 Instationäre Prallkühlung . . . . .	27
2.4.4 Zusammenfassung . . . . .	28
2.5 Zielsetzung dieser Arbeit . . . . .	29
<b>3 Untersuchte Öleinspritzkühlung</b>	<b>31</b>
3.1 Öleinspritzkühlung . . . . .	31
3.2 Düsenströmung . . . . .	35
3.3 Kinematik des Ölstrahls . . . . .	38
<b>4 Experimentelle Methode zur Bestimmung des Öl-Zahnrad-Wärmeübergangs</b>	<b>45</b>
4.1 Erzeugung des Wärmeübergangs . . . . .	45
4.2 Modellvereinfachung zur Erhöhung der Auflösung . . . . .	48
4.3 Iterative Berechnung des Wärmeübergangs . . . . .	50
4.4 Experimentelle Umsetzung . . . . .	52
4.4.1 Optimierte Gestaltung eines Versuchszahnrads . . . . .	52
4.4.2 Instrumentierung des Versuchszahnrads . . . . .	54

4.5	Analyse der Messgenauigkeit . . . . .	58
4.5.1	Monte-Carlo-Methode . . . . .	59
4.5.2	Unsicherheit der Wärmeübergangsmessungen . . . . .	61
4.5.3	Zusammenfassung . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Versuchsaufbau und Messtechnik</b>	<b>67</b>
5.1	Implementierung in einem Versuchsstand . . . . .	67
5.2	Anlagen zur Ölversorgung und Luftkühlung . . . . .	70
5.3	Messtechnik . . . . .	71
<b>6</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>73</b>
6.1	Messung und Auswertung des Wärmeübergangs . . . . .	74
6.2	Charakterisierung des Öl-Zahnrad-Wärmeübergangs . . . . .	78
6.2.1	Einfluss der Drehzahl und des Ölvolumenstroms . . . . .	79
6.2.2	Einfluss des Düsenwinkels . . . . .	89
6.2.3	Einfluss der Temperatur . . . . .	96
6.3	Ableitung einer Korrelation aus den gewonnenen Daten . . . . .	98
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>103</b>
	<b>Anhang</b>	<b>105</b>
A.1	Gemessene Betriebspunkte und Wärmeübergangsverteilungen . . . . .	105
A.1.1	Tabellarische Darstellung der Parameter . . . . .	105
A.1.2	Ortsaufgelöste Wärmeübergangskoeffizienten . . . . .	107
A.2	Stoffwertkorrelationen des verwendeten Öls . . . . .	130
A.3	Herleitung des spezifischen Relativimpulses . . . . .	130
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>133</b>