

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort des Herausgebers .....</b>	<b>iii</b>
<b>Vorwort des Autors .....</b>	<b>v</b>
<b>Kurzfassung .....</b>	<b>vii</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>ix</b>
<b>Abkürzungen und Indizes .....</b>	<b>xi</b>
<b>Formelzeichen .....</b>	<b>xv</b>
<b>1      Einleitung und Motivation .....</b>	<b>1</b>
1.1    Die Effizienzsteigerung des Antriebsstrangs muss trotz Hybridisierung und Elektromobilität weiter voranschreiten .....	1
1.2    Chancen durch Evolution des Antriebsstrangs mittels Restwärmenutzung .....	4
1.3    Die Revolution des Antriebsstrangs durch Tiefenintegration und Substitution .....	5
1.4    Aufbau der Arbeit .....	6
<b>2      Fahrzeugspezifische und thermodynamische Grundlagen der Restwärmenutzung .....</b>	<b>7</b>
2.1    Das Fahrzeugkühlsystem als Basis für Integration und Substitution .....	7
2.1.1    Niedertemperaturkühlkreisläufe .....	8
2.1.2    Hochtemperaturkühlkreislauf .....	9
2.1.3    Motorkühlung .....	11
2.1.4    Kühlpaket im Frontend – Wärmesenke und begrenzendes Element .....	12
2.2    Thermodynamische Grundlagen .....	16
2.2.1    Der Carnot'sche Kreisprozess und die Hauptsätze der Thermodynamik .....	16
2.2.2    Prozess- und Zustandsgrößen .....	19
2.2.3    Charakterisierungen von Mehrphasenströmungen .....	20
2.2.4    Exergie & Anergie .....	21
2.3    Thermische Rekuperation in der Fahrzeuganwendung .....	22
2.4    Kreislauf auf Basis von Clausius und Rankine .....	28
2.4.1    Add-On Rankine Kreisläufe .....	31
2.4.2    Integrale Rankine Kreisläufe .....	34
<b>3      Systemlayout und Komponentendesign des IRWN-Kreislaufs .....</b>	<b>37</b>
3.1    Wahl des Antriebslayouts und Basisfahrzeugs .....	37
3.2    Systemdesign und Betriebsmodi .....	39
3.2.1    Der Kühlungsmodus .....	40
3.2.2    Der Rekuperationsmodus .....	43
3.3    Komponenten des IRWN-Systems – Eigenschaften, Anforderungen und Substitutionsvermögen .....	48

3.3.1	Arbeitsmedienleitungen und Kreislaufverbindung .....	48
3.3.2	Wärmeübertrager Motor mit Mischkreis .....	50
3.3.3	Abgaswärmeübertrager als Dampferzeuger mit Abgasbypass .....	55
3.3.4	Expansionsmaschine .....	57
3.3.5	Kondensator und Kühlluftregelung .....	59
3.3.6	Speisepumpe .....	61
3.3.7	Ausgleichsbehälter .....	62
3.3.8	Arbeitsmedienauswahl unter Berücksichtigung der Prozessrandbedingungen .....	64
3.3.9	Gesamtüberblick .....	66
<b>4</b>	<b>Inbetriebnahme und Leistungsoptimierung des IRWN-Systems am Motorenprüfstand .....</b>	<b>69</b>
4.1	Der Kühlungsmodus in Anwendung – Einfluss des Druckniveaus auf Bauteiltemperaturen und übertragenen Wärmestrom .....	70
4.2	Der Rekuperationsbetrieb: Beschreibung von Regelungsgrößen und Auswirkungen auf die Prozessführung .....	73
4.2.1	Systemniederdruck: Variationsmöglichkeiten und prozessspezifische Optimierung ....	74
4.2.2	Einflüsse des Motortemperaturniveaus auf die Kreislaufbetriebsparameter .....	78
4.2.3	Darstellung einer optimierten Prozessregelung für Top- und Bottoming-Cycle durch Vorlauftemperaturvariation am Verbrennungsmotor .....	80
4.2.4	Welche Einflüsse hat eine Änderung der Wärmesenkenleistung bei konstantem Niederdruck? .....	84
4.2.5	Abhängigkeit von Niederdruck und Kondensatoraustrittstemperatur für einen sicheren Betrieb bei transientem Anforderungsprofil .....	87
4.2.6	Weitere Einflussnahme auf die Prozessführung .....	90
4.2.7	Kombinierte Bewertung der möglichen Einflussnahmen hinsichtlich optimiertem Prozesswirkungsgrad und Systemrobustheit .....	92
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung &amp; Ausblick .....</b>	<b>97</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>103</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>107</b>
	<b>Literatur .....</b>	<b>109</b>