

Wärmemanagement bei Nutzfahrzeugmotoren

Matthias Schmid

Schriftenreihe des Instituts
für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen
der Universität Stuttgart

Lehrstuhl Verbrennungsmotoren
Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Michael Bargende

Band 49

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Abstract	6
Kurzfassung	8
Inhaltsverzeichnis	10
Abbildungsverzeichnis	13
Tabellenverzeichnis	17
Symbolverzeichnis	18
1 Einleitung	21
2 Anforderungen und Aufgabenstellung	23
2.1 Nutzfahrzeugspezifische Anforderungen	23
2.2 Stand der Technik	24
2.3 Aufgabenstellung und Vorgehensweise	27
3 Kühlsystem	29
3.1 Grundmotor	30
3.1.1 Grundlagen der Motorikühlung	30
3.1.2 Zylinderwandkühlung	31
3.1.3 Zylinderkopfkühlung	33
3.1.4 Kolbenkühlung	34
3.2 AGR-Kühler	34
3.3 Ölkühler	37

3.4	Luftpresser.	37
3.5	Fahrzeugkoinponenten.	38
3.5.1	Kühnittelkühler.	38
3.5.2	Ladeluftkühler.	38
3.5.3	Kühnittel-Ausgleichsbehälter.	40
3.5.4	Retarder.	40
3.5.5	Kabinenheizung und Klimatisierung.	41
4	Komponenten des Wärmemanagements	43
4.1	Regelbare / Schaltbare Kühlmittelpumpe.	43
4.1.1	Konstruktive Ausführung.	45
4.1.2	Leistungsbetrachtung und Wirkungsgrad.	48
4.1.3	Pumpe mit zweistufiger Magnetkupplung.	51
4.1.4	Pumpe mit; stufenloser Viskosekupplung.	53
4.1.5	Zweistufige Pumpe.	55
4.2	Kühlmittelthermostat;.	56
4.2.1	Funktionsprinzipien.	50
4.2.2	Lage im Kühlkreislauf.	59
4.3	Ölthermostat.	60
4.3.1	Funktionsweise.	60
4.3.2	3/2-Wegeventil.	61
4.3.3	Bypassventil.	63
4.4	Kühleilüfter.	64
4.4.1	Lüfter mit stufenloser Viskosekupplung.	64
4.4.2	Lüfter mit einstufiger Trockenkupplung.	64
4.5	Fahrzeugseitige Luftregclsysteme.	65
5	Steuerung und Regelung	67
5.1	Anforderungen.	67

5.1.1	Bautenschutz	67
5.1.2	Gesetzliche Vorgaben und Enüissionsschutz	69
5.2	Temperatursensorik	70
5.3	Eintrittsregelung - Austrittsregelung	73
5.4	Regelung der Einzelkomponenten	74
5.4.1	Kühlmittelpumpe	74
5.4.2	Kühhhitteltherniostat	77
5.4.3	Kühlerlüfter	79
5.5	Regelung Gesamtsystem im Fahrzeug	81
5.5.1	Zusammenführung zu einer Gesanitregelung	81
5.5.2	Umsetzung in der Fahrzeugumgebung	82
5.6	Funktionsstörungen - Fail-safe-Prinzip	84
6	Experimentelle Untersuchungen	89
6.1	Versuchsträger	89
6.1.1	Allgemeine Daten und Kühlkonzept	89
6.1.2	Sondermesstechnik Temperatur	90
6.2	Aufbau Kühlkreislauf	92
6.2.1	Kühlkreislauf im Fahrzeug	92
6.2.2	Kühlkreislauf am Motorenprüfstand	93
6.3	Variation Kühlmitteltemperatur / Öltemperatur	94
6.3.1	Bauteiltenperaturen	95
6.3.2	Wärmebilanz	100
6.3.3	Kraftstoffverbrauch	103
6.4	Reduzierter Kühlmittelvolumenstroni	105
6.4.1	Bauteiltemperaturen	105
6.4.2	Wärmebilanz	106
6.4.3	Kraftstoffverbrauch	107

65	Untersuchung der Aktuatorgeschwindigkeit.	109
65.1	Kühlmittelpumpenkupplung.	110
65.2	Beheiztes Kühlmittelthermostat	112
66	Variation der Ölviskosität.	115
7	Simulationstechnische Untersuchungen	117
7.1	Potential Kraftstoffverbrauch	117
7.1.1	Streckenbeschreibung	117
7.1.2	Kühlmittelpumpenkupplung	120
7.1.3	Kühlmittelthermostat / Ölthermostat	122
7.1.4	Lüfterregelung	123
7.1.5	Ergebnisse Kraftstoffverbrauch.	124
7.2	Optimierung der zweistufigen Kupplung.	127
7.2.1	Statistische Auswertung mit stufenloser Kupplung.	127
7.2.2	Herleitung der optimalen Auslegung	129
7.2.3	Optimale Auslegung vs. reale Charakteristik	134
8	Zusammenfassung und Ausblick	135
A	Messaufbau Ölkreislauf	138
B	Simulationsmodell	143
B.1	Modellaufbau	143
B.2	Kalibrierung Stationärbetrieb.	149
B.3	Kalibrierung Transientbetrieb.	155
C	Berechnung der Reibleistung	158
	Literaturverzeichnis	161