

Marco Lunanova

Optimierung von Nebenaggregaten

VIEWEG+TEUBNER RESEARCH

Marco Lunanova

Optimierung von Nebenaggregaten

Maßnahmen zur Senkung der CO₂-Emission
von Kraftfahrzeugen

VIEWEG+TEUBNER RESEARCH

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

1. Auflage 2009

Alle Rechte vorbehalten

© Vieweg+Teubner | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009

Lektorat: Christel A. Roß

Vieweg+Teubner ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media.
www.viewegteubner.de



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: KünkellOpka Medienentwicklung, Heidelberg
Druck und buchbinderische Verarbeitung: STRAUSS GMBH, Mörlenbach
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.
Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-0730-4

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zieldefinition.....	1
2	CO₂-Emissionen.....	3
2.1	Die Klimadiskussion.....	3
2.2	Anthropogene Treibhausgase.....	3
3	Stand der Technik.....	7
3.1	Auslegungskriterien von Nebenaggregaten und Leistungsvariable im Betrieb.....	7
3.2	Kraftstoffverbrauch.....	9
3.3	NEFZ vs. kundenrelevantes Fahrprofil.....	15
3.4	Einfluss der Nebenaggregate auf den Kraftstoffverbrauch...20	
3.4.1	Übersicht verbrauchsrelevanter Nebenaggregate	20
3.4.2	Kühlmittelpumpe.....	24
3.4.3	Lüfter.....	32
3.4.4	Lenkungssysteme.....	42
3.4.4.1	Manuelle Lenkung.....	43
3.4.4.2	Hydraulische Lenkung.....	43
3.4.4.3	Elektro-hydraulische Lenkung (EHPS)..	49
3.4.4.4	Elektrische Lenkung (EPS).....	55
3.4.5	Klimaanlage.....	60

3.4.6	Vakuumpumpe.....	71
3.4.7	Luftpresser.....	72
3.4.8	Generator.....	75
3.5	Zusammenfassung.....	89
4	Optimierung von Nebenaggregaten.....	93
4.1	Ergebnisse vorangegangener Arbeiten.....	94
4.2	Kostenbetrachtung.....	98
4.3	Optimierung des Kühlsystems.....	99
4.3.1	Thermomanagement.....	100
4.3.2	Modifizierte Kühlmittelpumpen.....	105
4.3.2.1	<i>Elektrische Kühlmittelpumpen.....</i>	<i>105</i>
4.3.2.2	<i>Kühlmittelpumpenantrieb.....</i>	<i>112</i>
4.3.2.3	<i>Konventionelle Kühlmittelpumpen.....</i>	<i>122</i>
4.3.3	Modifizierte Lüfter.....	124
4.4	Fahrzeugklimatisierung.....	135
4.4.1	Reduzierung der Antriebsleistung.....	136
4.4.1.1	<i>Klimakompressor.....</i>	<i>136</i>
4.4.1.2	<i>Kältekreislauf.....</i>	<i>163</i>
4.4.1.3	<i>Bedarfsgerechte Klimatisierung durch Enthalpie Regelung.....</i>	<i>169</i>
4.4.1.4	<i>Kompressorantrieb.....</i>	<i>176</i>

4.4.1.5 Bordnetzbelastung.....	186
4.5 Lenkungssysteme.....	191
4.5.1 EHPS – Systeme für Nutzfahrzeuge.....	191
4.5.2 Volumenstromgeregelte Hydraulikpumpe.....	200
4.5.3 Pumpenantrieb.....	205
4.5.4 Hydrauliklenkung mit Zusatzsystem.....	206
4.6 Generator.....	217
4.7 Sonstige Nebenaggregate.....	236
4.7.1 Vakuumpumpe.....	236
4.7.2 Luftpresse.....	240
4.8 Optimierter Antrieb von Nebenaggregaten im Verbund.....	245
4.9 Zusammenfassung.....	260
5 Sinnvolle Kombination von Optimierungsmaßnahmen.....	267
6 Schlussfolgerung und Ausblick.....	275
7 Literaturverzeichnis.....	279
8 Abbildungsverzeichnis.....	287
9 Tabellenverzeichnis.....	301

Verwendete Formelzeichen und ihre Einheiten

Die nachfolgenden Bezeichnungen, Abkürzungen und Indizes werden nach Möglichkeit grundsätzlich verwendet, wobei Abweichungen und Ergänzungen von diesen Formelzeichen jeweils bei den entsprechenden Gleichungen oder Abbildungen genannt werden.

<u>Zeichen</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Einheit</u>
P	Leistung	W, kW
t	Zeit	s, h
E	Energie	J, Nm
A	Fläche, Querschnitt	mm ²
CO ₂	Kohlendioxid	-
h	spezifische Enthalpie	kJ/kg
b _e	spezifischer Kraftstoffverbrauch	g/kWh
B	(stündlicher) Kraftstoffverbrauch	g/h, kg/h
V	Volumen	L, cm ³
W	Arbeit	J, Nm
Q	Wärme	J, Nm
[]	Literaturverweis	-
()	Gleichung	-
H _u	spezifischer Heizwert	MJ/kg
M	Drehmoment	Nm
n	Drehzahl	min ⁻¹
K	Mehrverbrauchs faktor	l/kWh
B ₀	Nullleistungsverbrauch	g/h, kg/h
C	(Mehr)Verbrauch	l/100 km
v	Geschwindigkeit	km/h
p	Druck	bar, kPa,
MPa		
w	Strömungsgeschwindigkeit	m/s
z	Höhe	m
\dot{V}	Volumenstrom	m ³ /h, l/min
I	elektrischer Strom	A
U	elektrische Spannung	V

X

Verwendete Formelzeichen und ihre Einheiten

T, t	Temperatur	°K, °C
\dot{m}	Massenstrom	kg/h
F	Kraft	N
i	Übersetzung	-
e	Potenzialdifferenz	V, m/s, rad/s, Pa, J/kg
f	Energiefluss	A, N, Nm, m ³ /s, kg/s

Griechische Formelzeichen

<u>Zeichen</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Einheit</u>
ρ	Dichte	kg/cm ³
η	Wirkungsgrad	-
Δ	Differenz	-
φ	Getriebespreizung	-
ω	Winkelgeschwindigkeit	rad/s, s ⁻¹

Indizes (Fußzeiger)

<u>Index</u>	<u>Bedeutung</u>
e, eff	effektiv
zu	zugeführt
Otto	bezogen auf den Ottomotor
Diesel	bezogen auf den Dieselmotor
h	hydraulisch
a	Ausgang
e	Eingang
P	Pumpe
ges	gesamt
is	isentrop
vol	volumetrisch
mech	mechanisch
rel	relativ
ND	Niederdruck
HD	Hochdruck
M	Motor
G	Generator

Konstanten

<u>Zeichen</u>	<u>Bedeutung</u>	<u>Wert</u>
g	Erdbeschleunigung	9,81 m/s ²
π	Kreiszahl	3,1415927

Abkürzungen

EHPS	Electro-Hydraulic-Power-Steering (Elektro hydraulische-Lenkung)
EPS	Electric Power Steering (Elektrische Lenkung)
P/S	Power Steering (konvent. Hydrauliklenkung)
A/C	Air conditioning (Klimaanlage)
PM	Permanentmagnet
CVT	Continously Variable Transmission (stufenloses Getriebe)
NEFZ	Neuer Europäischer Fahrzyklus
NEUDC	New European Driving Cycle (= NEFZ)
PKW	Personenkraftwagen
NFZ	Nutzfahrzeug
FCM	Fan Control Module (Lüfterregelung)
PWM	Pulsweitenmodulation
p.a.	per anno (pro Jahr)