

Rainer Golloch

# **Downsizing bei Verbrennungsmotoren**

**Ein wirkungsvolles Konzept zur  
Kraftstoffverbrauchssenkung**

Mit 220 Abbildungen



**Springer**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Nomenklatur .....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung und Zielsetzung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Energieumsetzung im Verbrennungsmotor .....</b>	<b>3</b>
2.1 Einzelprozesse motorischer Energiewandlung .....	3
2.1.1 Energiebilanz und Wirkungsgradkette .....	3
2.1.2 Zündung und Flammenausbreitung .....	6
2.1.3 Verbrennung .....	12
2.1.4 Wärmefreisetzung und Wärmeübergang .....	20
2.1.5 Schadstoffbildung und –reduzierung .....	24
2.1.6 Ladungswechsel und Ladungsbewegung .....	33
2.2 Vergleichsprozesse .....	42
2.2.1 Gleichraum-Prozess .....	45
2.2.2 Seiliger-Prozess .....	49
2.3 Verlustanalyse .....	52
2.3.1 Art und Entstehung der Einzelverluste .....	54
2.3.2 Verlustanalyse von Otto- und Dieselmotoren .....	62
<b>3 Downsizing .....</b>	<b>67</b>
3.1 Grundlagen .....	67
3.2 Statisches und Dynamisches Downsizing .....	75
3.2.1 Reduzierung des Motorhubvolumens .....	75
3.2.2 Mitteldrucksteigerung .....	76
3.2.3 Dynamisches Downsizing durch Zylinderabschaltung .....	78
3.3 Wirkungsmechanismen .....	82
3.4 Problembereiche hochaufgeladener Motoren .....	91
3.4.1 Anfahrdrehmoment und dynamisches Verhalten .....	92
3.4.2 Die Klopfproblematik beim Ottomotor .....	97
3.4.3 Thermische und mechanische Motorbelastung .....	102
3.4.4 Akustik und Schwingungskomfort .....	103
3.5 Verbrauchspotenziale .....	104
3.5.1 Einflussparameter und Verbrauchsszenarien .....	104
3.5.2 Vergleich unterschiedlicher Motorkonzepte .....	107

3.6 Fahrzeugseitige Betrachtungen .....	122
3.6.1 Package .....	122
3.6.2 Getriebekonzepte .....	125
3.6.3 Hybride Antriebssysteme .....	134
3.7 Kennwerte heutiger Verbrennungsmotoren .....	138
3.7.1 Pkw-Otto- und -Dieselmotoren .....	139
3.7.2 Dieselmotoren für andere Anwendungen (Nutzdieselmotoren) ..	143
<b>4 Relevante Subsysteme und Prozesse .....</b>	<b>147</b>
4.1 Aufladung .....	147
4.1.1 Aufladetechnische Grundlagen .....	148
4.1.2 Mechanische Aufladung .....	168
4.1.3 Abgasturboaufladung .....	169
4.1.4 Verfahren zur Hochaufladung .....	185
4.2 Variabilitäten und Prozesssteuerung .....	212
4.2.1 Abgasrückführung .....	212
4.2.2 Variable Ventilsteuerung .....	219
4.2.3 Variable Verdichtung .....	230
4.3 Gemischaufbereitung und Verbrennung .....	235
4.3.1 Grundlagen .....	236
4.3.2 Ottomotorische Hochlast-Brennverfahren .....	256
4.3.3 Dieselmotorische Hochlast-Brennverfahren .....	277
4.4 Motormechanik und Wärmehaushalt .....	288
4.4.1 Mechanische und tribologische Grundlagen .....	290
4.4.2 Beanspruchung und Anpassung der Motorkomponenten .....	305
4.4.3 Nebenaggregate und Wärmehaushalt .....	317
<b>5 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>323</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>327</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>341</b>