

VDI 471

Fortschritt-Berichte VDI

Reihe 12

Verkehrstechnik/
Fahrzeugtechnik

Dipl.-Ing. Erik Weißenborn,
Stuttgart

Nr. 723

Entwicklung eines
empirischen Modells
zur Berechnung des
Brennraumdrucks bei
direkteinspritzenden
Common-Rail-Diesel-
motoren

Technische Universität Darmstadt
FG Fahrzeugtechnik

Inventarnummer:
1923

VDI verlag

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	VII
Kurzfassung	XVI
1 Einleitung	1
1.1 Einsatz von Verbrennungsmodellen in der Funktionsentwicklung und Motorsteuerung	2
1.2 Stand der Technik im Bereich der Modellierung und Rekonstruktion der Verbrennung	3
1.3 Aufgabenstellung und Zielsetzung	10
1.4 Struktur der Arbeit	12
2 Analyse und Modellierung der dieselmotorischen Verbrennung	13
2.1 Charakteristika optimierter, konventioneller Dieselmotoren	13
2.2 Messung und Vorverarbeitung des Drucksignals	16
2.3 Modellierung des Kompressionsdrucks	20
2.4 Identifikation des Zündverzugs	33
2.5 Modellierung der Verbrennungsdruckkomponenten	40
3 Kopplung des Kompressionsdruck-, Zündverzugs- und Verbrennungsdruckmodells sowie Relevanzbewertung der Eingangsgrößen	51
3.1 Modellstruktur und potenzielle Eingangsgrößen	51
3.2 Verfahren zur automatisierten Auswahl relevanter Modelleingangsgrößen	54
4 Datenbasierte Verfahren zur Modellierung der Zündverzüge und Differenzdruckparameter	66
4.1 Vorstellung der untersuchten Modellierungsverfahren	66
4.2 Weiterentwicklung eines Strukturselektionsalgorithmus für ein Neuro-Fuzzy-Modell	72
4.3 Vergleich und Bewertung der Verfahren	75
5 Ergebnisse der Modellierung im stationären und dynamischen Betrieb	80
5.1 Gütemaße zur Bewertung der Modelldarstellung	80
5.2 Modellverifikation im Stationärbetrieb	81
5.3 Modellverifikation im Dynamikbetrieb	86
5.4 Modellierung des Verbrennungsgeräuschs	88
5.5 Vergleich und Kopplung mit phänomenologischen Modellansätzen	93
6 Adaption des Zylinderdruckmodells unter Nutzung des Drehzahlsignals	98
6.1 Motivation und Datenbasis	98
6.2 Vorverarbeitung und Analyse des Drehzahlsignals	99
6.3 Bestimmung unbekannter Momentenanteile	103
6.4 Adaptionstrategien	106

7	Anwendungen des Zylinderdruckmodells	113
7.1	Reduktion von Messzeit und Speicheraufwand	113
7.2	Unterstützung der Funktionsentwicklung	115
8	Zusammenfassung und Ausblick	118
	Literaturverzeichnis	121
A	Datenbasis und Messtechnik	138
A.1	Datenbasis	138
A.2	Beschreibung der Sensoren und Messprinzipien	142
B	Grundlagen	145
B.1	Grundgleichungen des Einzonenmodells	145
B.2	Berechnung ausgewählter Größen des Luftsystems	151
B.3	Kleinste-Quadrate-Methoden	153
B.4	Nichtlineare Optimierung	156
B.5	Berechnung von Wahrscheinlichkeitsdichten	158
B.6	Datenbasierte Modellierungsverfahren	159
B.7	Modelladaption mit dem Drehzahlsignal	162
B.8	Stochastische Zustandsschätzung	166
C	Weitere Ergebnisse	169
C.1	Kompressionsdruckmodell	169
C.2	Angelagerte Nachverbrennung	169
C.3	Datenbasierte Modelle	170
C.4	Modellvalidierung	171