

Emissionsgeführtes Motormanagement für Nutzfahrzeuganwendungen

Die stetig steigenden Anforderungen in Emissionsvorgaben über die gesamte Betriebsdauer moderner Nutzfahrzeug-Dieselmotoren verlangen neuartige Steuerungs- und Regelungskonzepte. Über eine Emissionsregelung können vorrangig Bauteilalterungen, -streuungen oder Verunreinigungen kompensiert werden. Um den Ansprüchen einer immer dynamischeren Entwicklung derartiger Konzepte in kürzerer Zeit gerecht zu werden, setzt die IAV GmbH die neue hochflexible und leistungsstarke Entwicklungsumgebung namens modularer Prototypen-Engine-Controller (MPEC) ein.



1 Einleitung

An Dieselmotoren für Nutzfahrzeuge werden vor dem Hintergrund der sich stetig verschärfenden Emissionsgesetzgebung, höherer Leistungsdichte, steigende Dauerhaltbarkeitsanforderungen, höhere Variantenvielfalt und kürzere Entwicklungszeiten laufend komplexere Anforderungen gestellt. Es sind neben der intensivierten Integration und Vernetzung von Gesamtfahrzeugfunktionen und Abgasnachbehandlungssystemen bessere und verzahnte Steuerungs- und Regelungskonzepte für das Brennverfahren nötig. Die zulässigen Emissionen sind streng reglementiert und erfordern fortwährend aufwändigere Maßnahmen. Zukünftige Konzepte werden weiterhin durch neue Sensoren und Aktuatoren gekennzeichnet sein, die eine höhere Dynamik und Genauigkeit bieten oder weitere Größen, zum Beispiel Emissionen, erfassen.

Um diesen Forderungen gerecht zu werden, müssen innovative Werkzeuge in Form von Soft- und Hardware entwickelt werden, die in der Lage sind, die heutigen Problemstellungen beherrschbar zu machen. Dabei gilt es, fortschrittliche Detaillösungen zu entwickeln, die auf einem Verständnis des komplexen Gesamtsystems beruhen.

Der IAV-eigene modulare Prototypen-Engine-Controller (MPEC) verschafft die Möglichkeit einer ganzheitlichen und in jeder Hinsicht frei parametrierbaren Entwicklungsplattform. Gleichzeitig bietet er genügend Freiraum, um weitergehende Detaillösungen über bekannte Systemgrenzen hinaus bereits in der Konzeptphase schnell und flexibel zu testen, um die potenzialträchtigsten Ansätze im zweiten Schritt für die Serienanwendung zu optimieren und umzusetzen. Hierbei können bereits alle bekannten Applikationswerkzeuge und Datensatzmanagementtools (zum Beispiel CalGuide) genutzt werden.

Bei dem hier vorgestellten IAV-Eigenentwicklungsprojekt wurde basierend auf grundlegenden thermodynamischen Voruntersuchungen ein geschlossenes Regelungskonzept für Nutzfahrzeug-Vollmotoren entwickelt, bei dem die Emissionsgrößen Stickoxide (NO_x) und Ruß (PM) direkt als Regelgrößen für die Regelkreise verwendet werden.

2 Literaturstand und IAV-Voruntersuchungen

Emissionsregelansätze können erst im Serieneinsatz zur Anwendung gebracht werden, wenn eine geeignete Messtechnik (Robustheit, Bauraumbedarf, Kosten) zur Verfügung steht. An dieser Stelle ist insbesondere die Zylinderinnendruck-, die NO_x -, die NH_3 - und in absehbarer Zukunft auch die PM-Sensorik zu nennen. Sind mittlerweile die Regelungen der Frischluftmenge und der AGR-Rate zur Absenkung der Emissionen bereits vielfach dargestellt [1], so greifen neuere Ansätze durch den Einsatz von „Rate of heat release“-Reglern [2] aus sensorischer Sicht einen Schritt näher an dem Ort der Emissionsentstehung an. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls die Arbeit von Schnorbus et al. [3] zu nennen, die durch den Einsatz einer erweiterten „Center of heat release“-Regelung die Eliminierung der Einflüsse unterschiedlicher Kraftstoffqualitäten zum Ziel hat.

Die grundsätzlichen Wirkzusammenhänge und die damit verbundenen Stellgrößen zur Annäherung an künftige Emissionsziele sind in zahlreichen Veröffentlichungen beschrieben und hinreichend verstanden [4]. Einen weitgehenden Ansatz stellt im Sinne der Emissionsregelung die Arbeit von [5] dar. Ziel des Konzeptes ist die Einregelung der NO_x -Rohemissionswerte sowie des λ -Wertes im geschlossenen Regelkreis. Dabei sind die Stellgrößen der Einspritzbeginn für die Beeinflussung der NO_x -Regelung und die AGR-Rate zur Beeinflussung des λ -Wertes, der die Rußbelastung repräsentiert. Die Ergebnisse, die mit einem By-Pass-Seriensteuergerät erzielt wurden, zeigen, dass Emissionsregelansätze prinzipiell funktionsfähig sind und Bauteilstreuungseinflüsse kompensieren können.

In der vorliegenden Arbeit werden im Unterschied zu den vorgenannten Publikationen für die „Closed Loop NO_x -Control“ zwei „Single In Single Out“-Regler zum Einsatz gebracht, die sich auf den NO_x -Sensorwert stützen. Die dabei verwendeten Stellgrößen sind kraftstoffseitig die Verbrennungsschwerpunktlage und auf der Luftseite die Position des Abgasrückführungsventils. Da entgegen den vorab vorgestellten Regelansätzen alternativ zum Seriensteuergerät mit Applikationszugriff auch das vollständig

Die Autoren



Dr.-Ing. Eckhard Stöling ist Teamleiter für die Funktionsentwicklung im Bereich Dieselmotoren bei der IAV GmbH in Gifhorn.



Dr.-Ing. Jörn Seebode ist Teamleiter für Nutzfahrzeug-Brennverfahren im Bereich Dieselmotoren bei der IAV GmbH in Gifhorn.



Dipl.-Ing. Ralf Gratzke ist Abteilungsleiter für Antriebsmanagement und Motorsteuergeräte im Bereich Dieselmotoren bei der IAV GmbH in Gifhorn.



Dipl.-Ing. Kai Behnk ist Fachbereichleiter Nutzfahrzeuge im Bereich Dieselmotoren bei der IAV GmbH in Gifhorn.

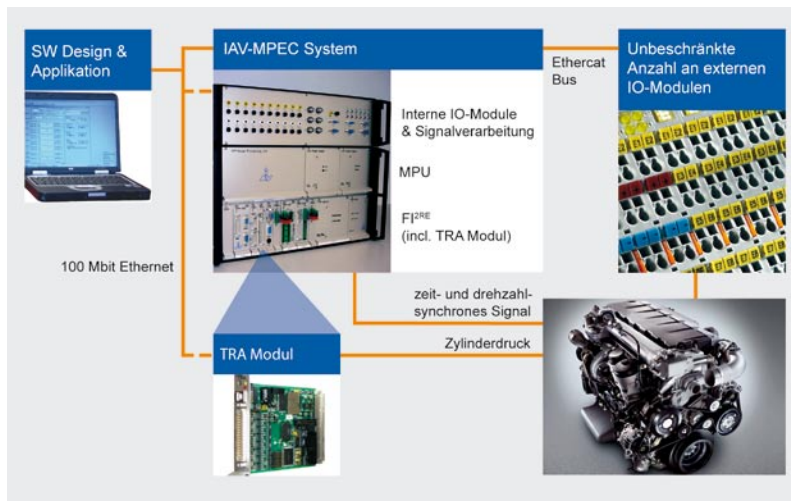


Bild 1: Aufbau des modularen Prototypen-Engine-Controllers (MPEC)

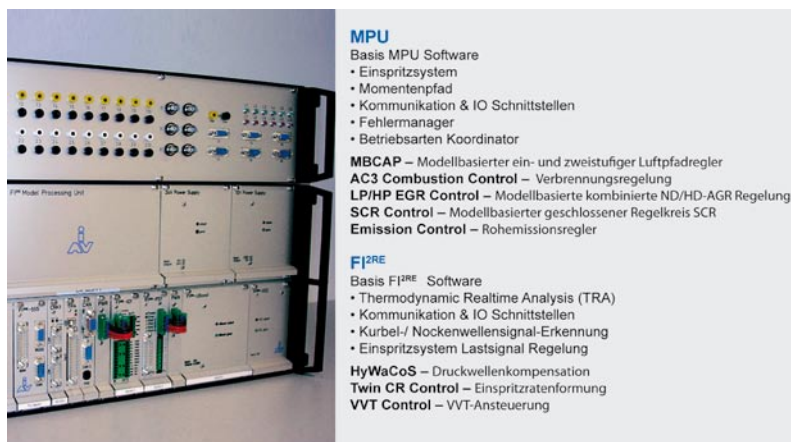


Bild 2: Modulare Softwarefunktionen des MPEC

programmier- und parametrierbare „Full path“-Steuergerät MPEC eingesetzt wurde, konnten die Regelstrategien frei kombiniert werden.

Zur Festlegung der wirksamsten Steuergrößen und zum tieferen Verständnis der motorischen Wirkzusammenhänge werden an einem Forschungseinzylineraggregat durchgeführte Voruntersuchungen herangezogen [6]. Grundsätzlich lassen sich die Einflussfaktoren in Kraftstoff- und Luftpfad unterteilen. Parameter des Kraftstoffpfades eignen sich prinzipiell zur schnellen Regelung besser, da Änderungen quasi prozesssynchron einfließen können. Im Luftpfad ist zusätzlich eine Totzeit zu beachten, bis sich die Zielgrößen einstellen. Unter weitestgehender Beibehaltung der mechatronischen Ansteuerungsumgebung (Motorsteuerung, Aktuatorik, Sensorik etc.) wer-

den die Erkenntnisse auf einen Vollmotor übertragen und hinsichtlich der Dynamikfähigkeit weiter optimiert.

3 Versuche auf dem Motorprüfstand

Im Folgenden werden Versuchsträger, modulares Prototypen-Motorsteuergerät, Regelungskonzept, Vergleichs- und Referenzmessungen, Emissionsregelung bei stationärem Motorbetrieb, Emissionsregelung bei instationärem Motorbetrieb sowie Alterungseffekte und Bauteilstreuung vorgestellt.

3.1 Versuchsträger

Die Basis der hier vorgestellten Versuche stellt ein Reihen-Sechszylinder-Dieselmotor für Nutzfahrzeuge dar. Es handelt sich hierbei um einen Motor mit einer

innermotorischen Euro-4-Abstimmung mittels einer externen Abgasrückführung. Abweichend von der Serienausrüstung wird neben der standardmäßigen Prüfstandssensorik eine Indizierung für das zylinderdruckgeführte Motormanagement und eine Breitband-Lambda-sonde im Saugrohr zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration eingesetzt. Weiterhin kommen ein Opaximeter und ein seriennaher NO_x-Sensor, der direkt hinter dem Abgasturbulader verbaut ist, zum Einsatz.

3.2 Modulares Prototypen-Motorsteuergerät

Um möglichst unabhängig von Restriktionen und den Plattformen von Zulieferern oder Fahrzeug- und Motorenherstellern und mit maximalen Freiheitsgraden agieren zu können, wurde der modulare Prototyping-Engine-Controller (MPEC) entwickelt. Das System basiert auf aktueller industrieller Embedded-PC-Technik und bietet Intel-Pentium-Performance im Gigahertzbereich. Mit dem Betriebssystem Windows CE ist das System echtzeitfähig. Die Anbindung beliebiger und beliebig vieler Input-Output (IO)-Baugruppen erfolgt über einen sehr schnellen 100-Mbit/s-Feldbus auf Ethernet-Basis. Neben digitalen und analogen Ein- und Ausgängen stehen Baugruppen für den CAN-Bus, für serielle RS232-Kommunikation oder für die Auswertung und den direkten Anschluss von Temperatursensoren (zum Beispiel Thermoelementen) zur Verfügung. Spezielle IO-Blocksets, zum Beispiel zur Auswertung von Lambdasonden werden von der IAV GmbH entwickelt. Die Systemergänzung durch externe Hardware (zum Beispiel AD-Scanner) kann damit vermieden werden. Der Einsatz jeweils aktueller PC-Technik liefert eine maximale Rechenleistung. Derzeit wird die gesamte Motorsteuergerätesoftware im 200-µs-Raster gerechnet. Gesamtmodell-Zykluszeiten bis minimal 100 µs sind jedoch möglich.

Eine zentrale Rolle in der gesamten Entwicklungsumgebung spielt das ins MPEC-System integrierte flexible IAV-Einspritzsteuergerät FI2RE (Flexible injection and ignition for rapid engineering). Es übernimmt vor allem die kurbelwinkelsynchrone Steuerung des Einspritzsystems sowie die prozesssynchrone Erfassung der Zylinderdrucksignale und die thermody-

namische Auswertung in Echtzeit (Thermodynamic realtime analysis).

In **Bild 1** ist der elektronische Prüfstands Aufbau dargestellt. Im oberen Teil des MPEC befinden sich alle internen IO-Module. Auf dem Embedded-PC läuft die in Matlab/Simulink entwickelte MPEC-Software, die eine Weiterentwicklung der Hocos-Software [7] darstellt. Die geschlossene Toolkette ermöglicht eine automatische Code-Generierung mit dem Realtime-Workshop der vom Anwender erstellten Modelle. Diese werden passend zum Zielsystem kompiliert, auf die Hardware geladen und dort ausgeführt. Maßgeschneiderte Simulink-Blocksets für alle Komponenten sowie alle Ein- und Ausgänge sind im System enthalten. Die Applikation mit Inca oder anderen Systemen erfolgt mittels XCP über eine Netzwerkschnittstelle. **Bild 2** zeigt einen Überblick über die derzeit entwickelten Software-Funktionen und deren Verteilung im Gesamtsystem.

3.3 Regelungskonzept

Bei der umgesetzten Reglerentwicklung für die Regelung der Rohemissionen handelt es sich im Wesentlichen um je einen kaskadierten „Dual Split Controller“ (DSC) für die Rußpartikel- und die NO_x -Regelung. **Bild 3** zeigt oben den Partikelregler. Die inneren Kaskaden regeln auf den Rail- und den Ladedruck. Für die Erfassung der Partikel-Ist-Konzentration

des Abgases wurde in Ermangelung geeigneter serienfähiger Rußsensorik ein Opazimeter verwendet. In Abhängigkeit der O_2 -Konzentration im Saugrohr und der PM-Regeldifferenz der äußeren Kaskade wird durch den „Dual Split Scheduler“ (DSS) eine Wichtung zwischen den Stellgrößen Rail- und Ladedruck vorgenommen. Da am Versuchsmotor ein Turbolader ohne Variabilitäten verwendet wird, konnte die innere Kaskade der Ladedruckregelung für die vorliegende Arbeit nicht aktiviert werden.

Die Strukturen des NO_x -Reglers sind in **Bild 3** unten dargestellt. Der NO_x -Emissionsregler bildet dabei die äußere Kaskade, die mit erster Priorität das AGR-Ventil ansteuert. Der O_2 -Sollwert der inneren Reglerkaskade wird durch einen „Limiter“ abgeregelt. Bei dennoch weiter anstehender negativer NO_x -Regeldifferenz wird zusätzlich durch einen zweiten DSS die innere parallele „Center of heat release“ (COHR)-Kaskade aktiviert. Diese agiert zylinderselektiv mit nachgelagerter Priorität. Für eine maximale Dynamisierung des eher trägen NO_x -Sensors sowie des Abgastrübungswertes werden darüber hinaus zwei Beobachter eingesetzt, die das Streckenverhalten der jeweiligen Messtechnik abbilden. Die verschiedenen Istwerte sowie die Vorsteuer- und Sollwerte sind in der Skizze aus Gründen der Vereinfachung auf je einem Signalpfeil dargestellt.

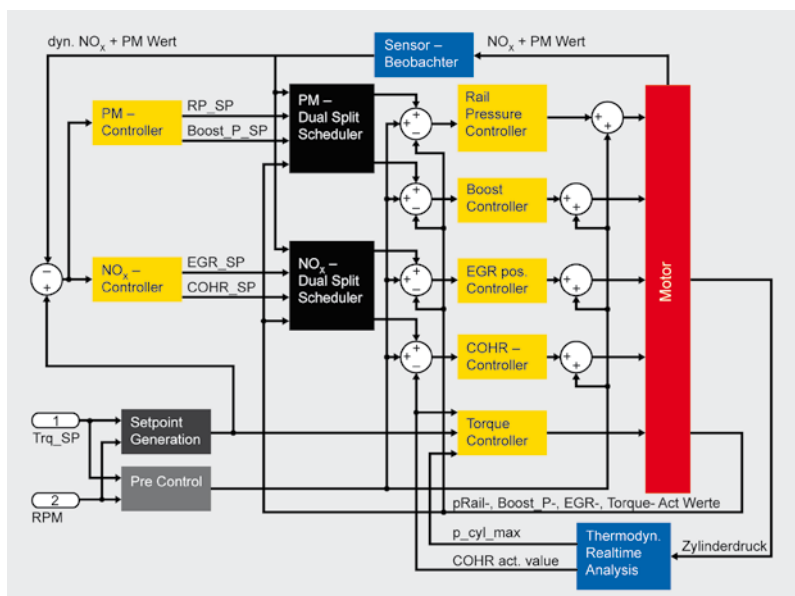


Bild 3: Konzeptdarstellung des Rohemissionsreglers

Stabile Leichtigkeit



Designfreiheit in der Konstruktion und Gewichtsreduzierung in der Umsetzung. Qualität vom Marktführer. Entscheiden Sie sich für Kompetenz auch beim Thema Riemenantrieb.



Winkelmann
Powertrain Components
GmbH + Co. KG

www.winkelmannpowertrain.de

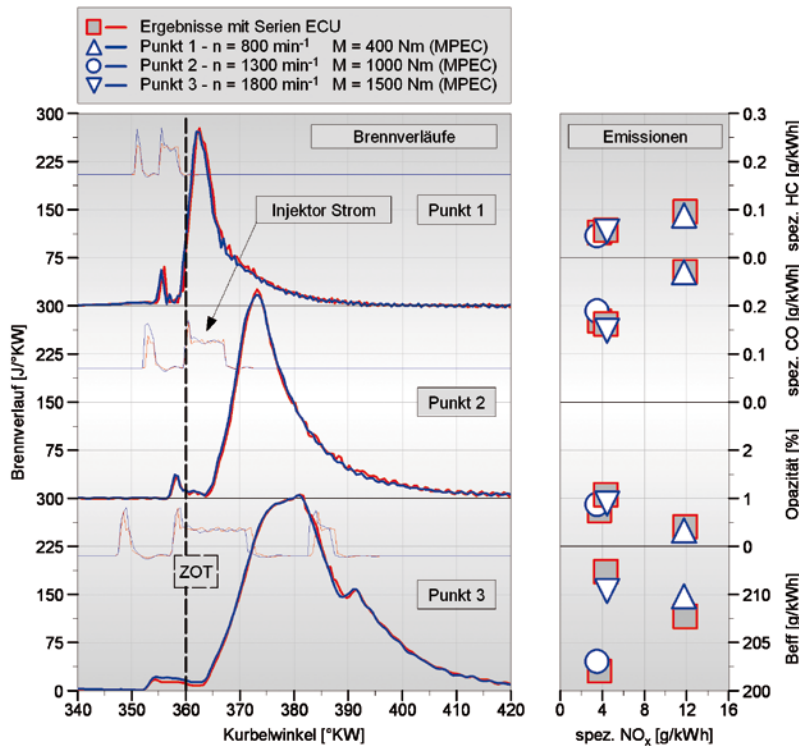


Bild 4: Vergleich der Ergebnisse vom Seriengerät mit dem MPEC

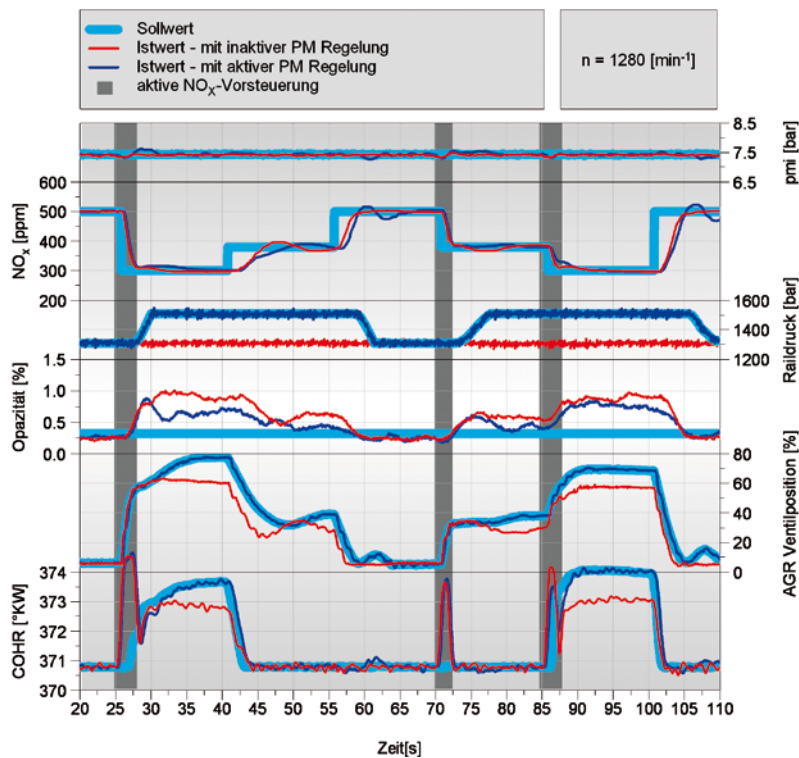


Bild 5: Emissionsgeregelter NO_x -Sollwertsprung bei 1280/min Motordrehzahl

Um zum Beispiel instationären Effekten wie dem Einregeln des Raildruckes nach einer Lastsprungänderung entgegenzuwirken, wurde die Regelung „Advanced closed loop combustion control“ entwickelt, die anhand der Sollwertvor-

gabe und den Ergebnissen der Echtzeit-Brennverlaufsanalyse den Brennverlauf derart beeinflusst, dass die angestrebten Emissionsgrenzen innermotorisch eingehalten werden. Durch die Möglichkeit der Umschaltung mithilfe des DSS in Verbindung mit einer kurzzeitigen Einspritzbeginnverschiebung kann unter anderem das Überschwingen der Rußwerte innermotorisch teilkompensiert werden.

3.4 Vergleichs- und Referenzmessungen

Zum Abgleich der Systemgüte der eingesetzten Prüfumgebung wurde die Basisbedatung des Motors zuerst an den Serienstand angepasst. Nur durch die klare Definition einer Referenz ist sowohl die Güte der Hardware als auch der verwendeten Algorithmen und Funktionen darzustellen. In **Bild 4** ist ein Motordrehzahl-Last-Querschnitt als exemplarisches Ergebnis dargestellt. Es werden drei stationäre Betriebspunkte mit Serien- und MPEC-Motorsteuerung beziehungsweise regelung verglichen.

Die Vergleichbarkeit ist sowohl hinsichtlich der Zylinderdruck- und daraus resultierender Brennverläufe als auch bezüglich der Emissions- und Verbrauchswerte als sehr gut zu bezeichnen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass Referenzmessungen, die zwar einen Basisdatenstand widerspiegeln, jedoch über das MPEC-System abgebildet werden, identisch mit den Ergebnissen unter Verwendung des Seriengeräts sind.

3.5 Emissionsregelung bei stationärem Motorbetrieb

Zur grundsätzlichen Darstellung des Regelungskonzeptes wurden verschiedene Emissionsollwertsprünge in zyklusrelevanten Betriebspunkten untersucht, von denen der Punkt IMEP = 7,5 bar und $n = 1280/min$ hier exemplarisch gezeigt ist. In **Bild 5** sind NO_x -Sollwertsprünge bei konstanter Drehzahl und Fahrpedalstellung dargestellt. Die NO_x -Sollwerte (380, 300 und 500 ppm) entsprechen zum einen dem Serienwert und zum anderen einer Erhöhung beziehungsweise Absenkung des Serienwertes um zirka 20 %.

Bei $t = 25,5$ s ist zu sehen, wie die äußere NO_x -Regler-Kaskade direkt den AGR-Sollwert erhöht. Da sich die gaslaufbedingten Systemtotzeiten und die Ansprechzeit des NO_x -Sensors negativ auf eine schnelle NO_x -Reduzierung auswirken,

ist es notwendig, im Sprungmoment auf eine Vorsteuerung zurückzugreifen. Hierfür wird eine Schwerpunktverschiebung eingesetzt. Durch diese „Spätverschiebung“ des Einspritzzeitpunktes gelingt es, den Gradienten der NO_x -Reduzierung sehr steil zu gestalten. Nach Ablauf der Vorsteuerdauer und bei Erreichen einer definierten Soll-AGR-Ventilposition werden die NO_x -Emissionen zusätzlich über den deutlich schnelleren COHR-Regler eingeregelt (bei $t = 28$ s in Bild 5).

Durch diese Maßnahmen kann nach zirka 2 s messtechnisch der Sollwert erreicht werden. Aufgrund des noch unbefriedigenden Streckenverhaltens der verwendeten NO_x -Sensorik ist jedoch davon auszugehen, dass die wahre Regelzeit, welche sich zyklusrelevant auswirkt, mit zirka einer Sekunde in Wahrheit noch deutlich kürzer als hier gemessen ist. Nach Erreichen des NO_x -Sollwertes wird der thermodynamisch ungünstige Einspritzzeitpunkt wieder zurück nach früh verstellt.

Bei $t = 28$ s ist zu erkennen, dass der „Opac“-Regler den durch die NO_x -Regelung verursachten höheren Rußwerten entgegenwirkt. Durch die Anhebung des Raildrucks auf zirka 1520 bar können bei deutlich reduziertem NO_x -Niveau die PM-Emissionen nahe am Zielwert gehalten werden. Der „Torque“-Regler hält dabei den indizierten Mitteldruck auf dem Sollwert von 7,5 bar. Der Vergleich der Opazitätsverläufe mit und ohne Opazitätsregelung macht deutlich, dass es durch diesen Regeleingriff gelingt, die Trübung wieder an den Sollwert anzugleichen. Die durch den höheren Raildruck verstärkte Stickoxidbildung führt dazu, dass der NO_x -Regler die Stellgrößen stärker aktuieren muss, um die gleichen NO_x -Werte zu erreichen.

3.6 Emissionsregelung bei instationärem Motorbetrieb

Bisher wurde dargestellt, dass die Emissionsregelung des MPEC die Größen NO_x und Opazität bei einem konstanten Betriebsverhalten schnell und präzise ein-

regeln kann. Dieses Verhalten muss auch dann sichergestellt werden, wenn sich die Betriebspunkte beziehungsweise die Lastanforderungen des Motors schnell ändern. Hierfür wurde eine vollvariable Dynamikerkennung in die MPEC-Motorsteuerung implementiert. Dadurch ist es möglich, eine bedarfsgerechte Vorsteuerung zu aktivieren. In Bild 6 sind unterschiedliche NO_x -Sollwertreduzierungen abgebildet. Es wird deutlich, dass bei Einsatz des MPEC-Systems und Vorgabe der Serien- NO_x -Werte die Emissionsverläufe zwischen Serien-ECU und MPEC (schwarz und blau) sich sehr stark ähneln. Dies ist nur durch eine schnelle Anpassung des Vorsteuerungsverhaltens von Einspritzbeginn und AGR auf Grundlage der Dynamikerkennung möglich.

Die Grafen in Bild 6 der schrittweisen NO_x -Reduzierung (rot, grün und magenta) zeigen, dass die vorgegebenen NO_x -Werte durch die beschriebenen Maßnahmen gut eingeregelt werden. Durch die gezielte Vorsteuerung einzelner Regler-

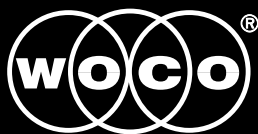
Akustik

Aktuatorik

Polymersysteme

Je feiner das Gespür.
Desto sicherer, ihm zu folgen.

Wir spüren Entwicklungstrends in den automobilen Bereichen Akustik, Aktuatorik und Polymersysteme. Unser Instinkt lässt uns daraus Technologien entwickeln, die näher dran sind. Am Markt. Am Kunden. An der Zukunft. www.wocogroup.com



Powered by instinct.



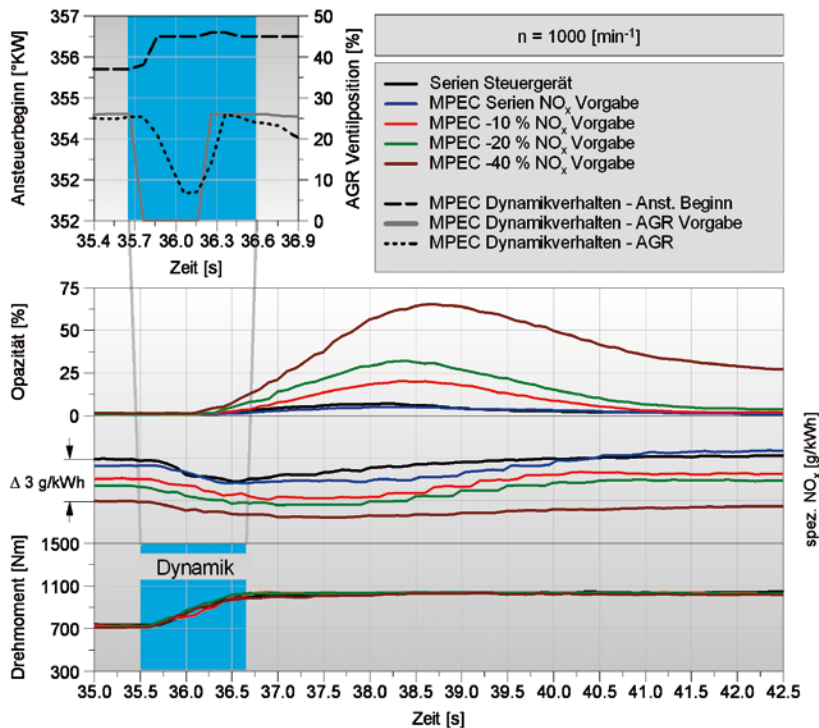


Bild 6: Transientes Emissionsverhalten

parameter wird beim Lastsprung ein optimales Einregelverhalten erreicht. Es lässt sich allerdings bei gleichbleibender Motorhardware ein Anstieg der Opazität bei starker NO_x-Reduzierung auch durch die opazitätsreglerbedingte Raildrucksteigerung nicht vollständig vermeiden.

3.7 Alterungseffekte und Bauteilstreuung

Eine der Hauptmotivationen zur Entwicklung eines emissionsgeführten Motormanagements ist die Kompensation von Alterungs- und Bauteilstreuungseffekten. Neben der teilweise bereits im Neuzustand unbefriedigenden Genauigkeit der Sensorik kommen über die Laufzeit noch die Veränderungen an den Komponenten durch Verschmutzung und/oder Verschleiß hinzu. So ist beispielsweise die AGR-Strecke durch die Bildung von Säuren, Verkokungen oder anderen Ablagerungen an den gasführenden Bauteilen besonders anfällig. Der hieraus resultierende negative Emissionseffekt kann zu einer Veränderung des Gesamtdurchflusses bei gleicher Ventilstellung oder zu einer Abweichung der Lagerrückmeldung aufgrund von Bauteilverschleiß sein. Der hier vorgestellte Algorithmus soll Fehlerquellen grundsätzlich durch ergebnisorientierte Regelung aus-

gleichen. Im Folgenden wird die Fehlersimulation am Bauteil des AGR-Ventils, -Kühlers und der -Leitungen und deren Auswirkungen beziehungsweise Effekte beschrieben. Die Verschmutzung der AGR-Strecke wird durch eine gezielte Manipulation der AGR-Ventilposition beziehungsweise des Vorsteuerkennfeldes der Positionsregelung simuliert. Es wurde eine Versottungsgrad gewählt, der zu einer Luftmassenüberhöhung von 1,8 % führt.

In Bild 7 sind die Ergebnisse der Messungen mit unbeeinflusstem AGR-Pfad, der simulierten Verschmutzung des AGR-Kreises unter Einsatz der Serienbedatung ohne Emissionsregelung den Daten des MPEC-Systems unter Ausnutzung der implementierten Emissionsregelungsstrukturen gegenübergestellt. Die simulierte Versottung führt zu einem Anstieg der NO_x-Emissionen von zirka 1 g/kWh. Dies entspricht einer Zunahme um zirka 16 %. Im Vergleich damit kann die Emissionsregelung des MPEC diese Auswirkungen der Bauteileinschränkung vollständig kompensieren. Da die simulierte Verkokung des AGR-Ventils frischluftseitig für eine Erhöhung des Massenstroms und damit des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses sorgt, sinkt infolgedessen die Opazität unkompensiert um zirka 65 % ab.

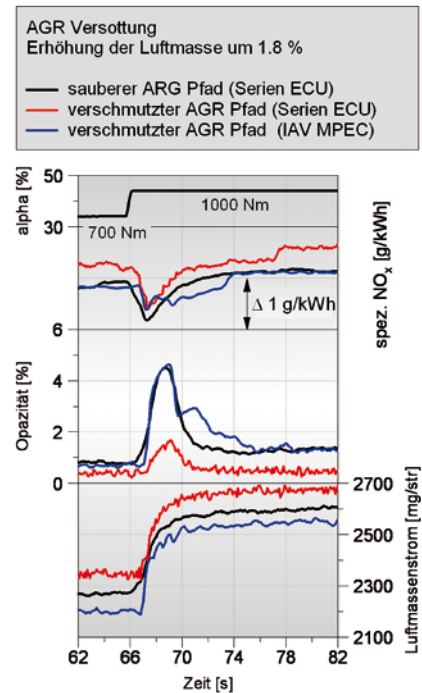


Bild 7: Lastsprünge mit "gealtertem" AGR-Ventil bei 1000/min Motordrehzahl

Bei der Aktivierung der Emissionsregelung wurden PM- und NO_x-seitig dem Serienzustand entsprechende Sollwerte eingestellt. Durch die starke Temperatur-, Druck- und Hysteresebeeinträchtigung der mittels des NO_x-Sensors gemessenen Ist-Werte wurde mithilfe der Emissionsregelung ein etwas geringerer NO_x-Wert eingeregelt, als dies mit der Serienparametrierung möglich war. Dies zeichnet sich in einer leichten Verringerung der benötigten Frischluftmasse ab. Die Sollwerte werden ansonsten bei aktivierter Regelung sowohl stationär als auch in der Dynamik sehr präzise erreicht, sodass die erfolgreiche Anwendung der vorgestellten Regelung auf derart alternde Luftpfade als nachgewiesen angesehen werden kann.

4 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorgestellten Arbeit konnte die IAV GmbH zeigen, dass bei vorliegender Seriensensorik eine Emissionsregelung die bauteilbedingten Alterungs- und Serienseitigen Effekte innerhalb der physikalischen Grenzen emissionsseitig vollständig kompensieren kann. Die verwendete Reglerstruktur stellt dabei einen grundlegenden Arbeitsstand dar, welcher hin-

sichtlich der Emissionen durch eine tiefergehende Anpassung der Umschalt- und Freigabestrategien der „Dual Split Scheduler“ sowie durch eine stärkere Kopplung der parallelen Regelkreise für den Serieneinsatz noch Potenziale bietet. Durch die freie Wahl der Stellgrößenstrategie und dem jeweiligen Vorliegen eines schnellen und eines langsamen Regelpfades können die im Zyklus identifizierten NO_x - und PM-Peaks direkt und zielgenau bearbeitet werden. Da die Entwicklung der Serienabgassensorik stark durch die OBD-Gesetzgebung getrieben wird, ist davon auszugehen, dass in naher Zukunft die hier vorausgegriffene notwendige Emissionssensorik in den Motorkonzepten ohnehin zu finden sein wird, sodass eine Emissionsregelung lediglich die Synergien dieser Technik konsequent ausnutzt.

Mit der in diesem Vorhaben erstmals zur Verfügung stehenden Entwicklungsumgebung modularer Prototypen-Engine-Controller (MPEC) war es innerhalb weniger Wochen möglich, einen beliebigen Nutzfahrzeugmotor ganzheitlich anzu-

steuern und mit einer marktüblichen Bedatungssoftware zu parametrieren. Die Performance hinsichtlich der Rechenleistung ließ sich um ein Vielfaches steigern.

Zukünftig wird mit der Implementierung einer automatischen IO-Modul-Konfiguration die Zeit für die Einbindung zusätzlicher Module auf „Plug & play“-Niveau weiter reduziert. Die Anzahl dieser Bausteine ist bereits heute nahezu unbegrenzt. Durch die Ausweitung des 100-Mbit-Standards auch zwischen dem Einspritzsteuergerät und dem Hauptrechenknoten wird sich darüber hinaus die Möglichkeit bieten, komplexere Algorithmen beispielsweise auch zwischen zwei aufeinander folgenden Einspritzereignissen eines Zyklus zu rechnen und Regeleinriffe wirksam auszulösen.

Download des Beitrags unter
www.MTZ-online.de

MTZ

Read the English e-magazine.
Order your test issue now:
SpringerAutomotive@abo-service.info

Literaturhinweise

- [1] Herrmann, E.; Krüger, M.; Pischinger, S.: Regelung von Ladedruck und AGR-Rate als Mittel zur Emissionsregelung bei Nutzfahrzeugmotoren. In: MTZ 66 (2005), Nr. 10, S. 806-811
- [2] Rempel, A.; Stölting, E.; Gratzke, R.; Predelli, O.: Flexible Motorprozessregelung für neue Brennvorfahren. Tagung Autoreg, Baden-Baden 2008
- [3] Schnorbus, T.; Lamping, M.; Körfer, T.; Pischinger, S.: Weltweit unterschiedliche Kraftstoffqualitäten – Neue Anforderungen an die Verbrennungsregelung beim modernen Dieselmotor. In: MTZ 69 (2008), Nr. 4, S. 302-312
- [4] Jacob, E.: Emissionslimits zukünftiger Nfz-Motoren: Balanceakt zwischen Möglichkeit und Nutzen. 26. Internationales Wiener Motorensymposium, Wien, Österreich, 2005
- [5] Alfieri, E.; Amstutz, A.; Guzzella, L.: Emissionsgeregelte Dieselmotoren. In: MTZ 68 (2007), Nr. 11, S. 982-989
- [6] Seebode, J.; Stegemann, J.; Sommer, A.; Stölting, E.; Buschmann, G.: Höchstdruckeinspritzung und Einspritzverlaufsformung am Nfz-Einzylindermotor. 15. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, Aachen, 2006
- [7] Däubler, L.; Gratzke, R.; Predelli, O.; Rempel, A.: Flexibles Motormanagement für innovative Brennvorfahren. In: MTZ 66 (2005), Nr. 9, S. 686-692

WWW.GABLER.DE

Worauf es beim Führen wirklich ankommt



Daniel F. Pinnow

Führen

Worauf es wirklich ankommt

3. Aufl. 2008. 321 S. Geb. EUR 39,90 ISBN 978-3-8349-0766-0

Worauf kommt es im Führungsalltag genau an? Was zeichnet einen guten Manager aus? Daniel F. Pinnow vermittelt anschaulich, was bei der Arbeit mit den Menschen im Unternehmen wirklich wichtig ist. Ein sehr engagiertes und gut strukturiertes Buch, das klar sagt, worauf es beim Führen heute wirklich ankommt. Jetzt in der 3., überarbeiteten Auflage.

Ja, ich bestelle

Fax +49(0)611. 7878 - 420

Exemplare
Führen
ISBN 978-3-8349-0766-0
EUR 39,90 zuzügl.
Versand EUR 3,32

Name, Vorname Firma

Straße (bitte kein Postfach) PLZ | Ort

Datum | Unterschrift 32108055



Änderungen vorbehalten. Erhältlich im Buchhandel oder beim Verlag. Geschäftsführer: Dr. Ralf Birkelbach, Albrecht F. Schirmacher, AG Wiesbaden HRB 9754.