

iFEEC - intelligent Fuel Efficient Engine Control

Sinn, Zweck und Ziel:

Reduktion von CO₂- und Schadstoffemissionen des Verbrennungsmotors durch intelligente Regelung unter Einbeziehung moderner Brennverfahren



Ausgangssituation:

Ein seriennaher Verbrennungsmotor mit einer Vielzahl von Stellmöglichkeiten stellt die Ausgangsbasis dar. Dieser Motor ist im Stande, n Ergänzung zu den klassischen Methoden, auch moderne, emissionsarme und effiziente Brennverfahren, wie beispielsweise die homogenisierte Niedertemperaturverbrennung zu realisieren. Zudem können mit moderner Technik, verbrennungscharakteristische Größen wie der Mitteldruck und Schadstoffe (z.B. Stickoxid) gemessen werden. Daraus

ergeben sich große Potentiale, um neue, innovative Steuer- und Regelkonzepte für Verbrennungsmotoren zu entwickeln und zu testen.

Problemstellung:

Durch die hohe Anzahl von Stellmöglichkeiten an modernen Verbrennungsmotoren ergibt sich eine Vielzahl von möglichen Kombinationen, um eine bestimmte Anforderung an den Motor (bspw. Drehmoment und Senkung von Emissionen) zu erfüllen. Überdies wird Zahl an Kombinationsmöglichkeiten mit modernen Brennverfahren noch weiter vergrößert. Es ist dann nicht mehr trivial, die beste und ökonomisch sinnvollste Kombination von Stellgrößen zu finden. Insbesondere dann nicht, wenn der Kraftstoffverbrauch bzw. die CO₂-Emissionen und Schadstoffemissionen als Nebenbedingungen minimiert werden sollen.

Lösungsvorschlag:

Durch die modellbasierte Optimalregelung iFEEC für Verbrennungsmotoren wird die effizienteste Kombination von Stellgrößen gefunden, so dass das geforderte Drehmoment bei einer bestimmten Drehzahl eingestellt wird und gleichzeitig der Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemissionen gesenkt werden. Mit Hilfe eines mathematischen Prozessmodells werden optimale Stellgrößen bestimmt. Der Regler geht dabei sehr sparsam mit den verfügbaren Rechenressourcen um. iFEEC ist eine günstige Alternative zu aufwendiger Abgasnachbehandlung, zudem kann der Kunde allein durch iFEEC bis zu 5% Kraftstoff sparen.

Innovationsgrad

Es gibt zur Zeit einige Ansätze zur Regelung moderner Brennverfahren, jedoch nur wenige bis gar keine Konzepte, die gleichzeitig verschiedene Nebenbedingungen wie Kraftstoffverbrauch und Schadstoffausstoß berücksichtigen. Zudem unterscheidet sich der präsentierte Regler zu momentanen Serienkonzepten durch die aktive Suche eines Optimums mit Hilfe eines Prozessmodells bei gleichzeitig geringem Rechenaufwand. Das Konzept zeigt, dass auch akademische „Advanced Controller“ für die automobiler Industrie zugänglich gemacht werden können und im Serieneinsatz verwendet werden können.

Reifegrad

Das generelle Reglerkonzept iFEEC wurde bereits erfolgreich an einem Motorprüfstand mit Dieselmotor innerhalb des Sonderforschungsbereiches 686 (SFB 686) der Deutschen Forschungsgemeinschaft getestet. Das Potential zur Kraftstoffeinsparung wurde in verschiedenen Szenarien durch Simulationen erprobt. Das Entwicklungsrisiko innerhalb des Forschungsprojektes ist gering. Der verbleibende Aufwand zur Serienreife wird vorsichtig mit etwa zwei bis vier

Jahren abgeschätzt, wobei hier das Entwicklungsrisiko maßgeblich von der Akzeptanz der Automobilindustrie abhängt.

Wirtschaftliches Potenzial

Durch die mögliche Kraftstoffeinsparung, wird das Marktpotential und damit einhergehende Ertragschancen von iFEEC als hoch eingeschätzt. Durch den vom Kundenbedürfnis getriebenen Konkurrenzdruck innerhalb der Automobilindustrie kann bzgl. der Akzeptanz eine Kettenreaktion erwartet werden. Die resultierende Verfeinerung zur Serienreife bietet hohe Wachstumschancen. iFEEC kommt den gesetzlichen Rahmenbedingungen im Sinne einer CO₂-Minimierung entgegen. Es ergeben sich auch Risiken, da durch eine hohe Marktakzeptanz die Suche nach vermeintlich „einfacheren“ Substitutionslösungen angeheizt wird.

Marktrelevanz

Die bereits mit den Prototypenversionen erreichte Treibstoffeinsparung wird zwangsläufig auf Interesse stoßen und eine marktrelevante Antwort der Industrie begünstigen. Da es sich bei entsprechend fähigem Motor um ein reines Softwareprodukt handelt entstehen nach der Entwicklung keine maßgeblichen Kosten für die Produktion und das Recycling. Aufgrund des eingebetteten Systems und der hohen Integrität moderner Steuergeräte stellt iFEEC keine Anforderungen an den Kunden dar, somit wird der Regler durch die sehr bequeme Nutzung mit einhergehender Kraftstoffersparnis äußerst marktrelevant sein.

Auswirkung der Innovation

Motorprüfstände stellen immer idealisierte Bedingungen dar. Für die sichere Nutzung im Automobil wird die Entwicklung eines robusten Betriebsartenkoordinators für verschiedene Betriebszustände des Motors bei verschiedenen Drehzahlen und Extremsituationen notwendig. Genau wie iFEEC sollte dieser Betriebsartenkoordinator effizient im Hinblick auf notwendige Rechenressourcen aufgebaut sein. Die Aufwendungen für diesen Koordinator sind mit der industriellen Erfahrung bzgl. robuster Motorsteuerungen in Grenzen zu halten.

