

Wolfgang Pfeffer*

Software-Manipulationen am Kraftfahrzeug als leistungssteigernde Maßnahmen

1 Problemstellung

Seit der Erfindung des Automobils existiert das Bestreben von Fahrzeugbesitzern, durch bauliche Maßnahmen am fertigen Motor das Leistungsvermögen des Kraftfahrzeuges quasi im nachhinein zu verbessern. Abgesehen von Vergrößerungen des Hubraumes konzentrieren sich die Grundüberlegungen von Tuningmaßnahmen im Wesentlichen darauf, das Zusammenspiel zwischen Gemischbildung, Füllung und Zündung des Motors zu optimieren und damit eine Verbesserung des Drehmoment- und Leistungsverlaufes zu erreichen.

Während sich diese Maßnahmen bis vor wenigen Jahren ausschließlich auf Modifikationen von Motorbestandteilen, wie z.B. geänderte Kolben, Nockenwellen und Vergaser beschränkten, eröffneten sich durch den breiten Einsatz von elektronischen Motorsteuerungen zu Beginn der 90er Jahre ungeahnte Möglichkeiten, das Leistungsvermögen auch durch Änderungen im Bereich des Steuerungsprogrammes zu verbessern. Gerade bei aufgeladenen Motoren ist der Effekt solcher Maßnahmen beeindruckend und mit relativ geringem finanziellen Aufwand realisierbar. Mittlerweile beschäftigt sich ein ganzer Wirtschaftszweig mit Softwareänderungen, die unter dem Begriff „Chiptuning“ allgemein bekannt sind.

Leider haben diese Softwareänderungen nicht nur positive Aspekte. Das Problem einer fehlenden Typisierung derartiger verlockender Maßnahmen und damit verbundene kraftfahrzeug-, versicherungs- und steuerrechtliche Komplikationen seien hier ebenso erwähnt, wie negative technische Auswirkungen auf die Haltbarkeit des Motors. Auf den Kfz-Sachverständigen kommen durch Softwaremanipulationen neue Aufgabenstellungen zu.

Der vorliegende Artikel geht der Frage nach, wie Softwareänderungen an der Motorsteuerung im Detail durchgeführt werden und welche Möglichkeiten es für Sachverständige gibt, solche Änderungen am Fahrzeug nachzuvollziehen.

2 Elektronische Motorsteuerung

Nach unzähligen Entwicklungsschritten markiert den Stand der Technik bei Ottomotoren heute ein vollelektronisches, digitales Motormanagement (z.B. Bosch-Motronic), bei dem im Wesentlichen ein kennfeldgesteuertes Zündsystem mit einem ebenso kennfeldgesteuerten Benzineinspritzsystem unter Einschluss von zahlreichen Peripherieregelungssystemen (z.B. Abgasreinigungsanlage, Benzinförderung, Aufladung) kombiniert wird.

*Dr. Wolfgang Pfeffer, beedeter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für Verkehrssicherheit und Kfz-Wesen, Lerchenfelder Straße 121/11, A-1070 Wien

Blockschaltbild der ME-Motronic.

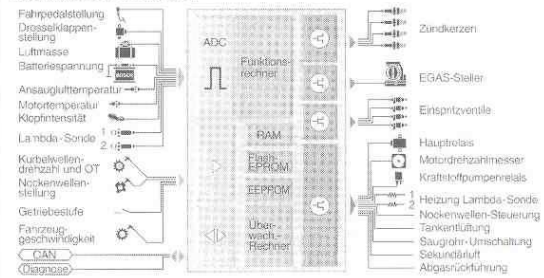


Bild 1 Blockschaltbild eines Motronic-Steuergerätes der Fa. Bosch

ME7-Steuergerät.

- 1 vielpolige Steckverbindung.
 - 2 Leiterplatte.
 - 3 Leistungsrelais.
 - 4 Mikroprozessor mit ROM (Funktionsrechner).
 - 5 Flash-EPROM (zusätzlicher Programmspeicher mit fahrzeugspezifischem Programm).
 - 6 EEPROM.
 - 7 Mikroprozessor mit ROM (Erweiterungsrechner).
 - 8 Flash-EPROM (Programmspeicher für Erweiterungsrechner).
 - 9 Umgebungsdrucksensor.
 - 10 Peripheriebaustein CJB10 (integrierte 5V-Spannungsversorgung und Induktivgeber-Auswerteschaltung).
- RAM ist auf der Unterseite der Leiterplatte platziert und deshalb nicht sichtbar.

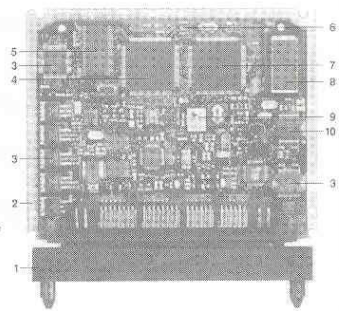


Bild 2 Motorsteuergerät der letzten Generation (Bosch Motronic ME7)

Bei Dieselmotoren hat sich in den letzten Jahren vor allem auf Grund des guten Wirkungsgrades und des günstigen Drehmomentverlaufes die Direkteinspritzung mit Abgasturboaufladung durchgesetzt. Bei der Dieseleinspritzung markiert das Unit-Injector-System (Pumpe-Düse) neben dem Common-Rail-System (Speichereinspritzung) den Stand der Technik. Die elektronische Dieselsteuerung erfolgt ähnlich wie beim Ottomotor über gespeicherte Kennfelder bzw. über Kennlinien.

Auf die Unterschiede der einzelnen Einspritztechnologien soll hier nicht näher eingegangen werden. Sowohl beim Otto- als auch beim Dieselmotor bildet ein Steuergerät die Schaltzentrale der elektronischen Motorsteuerung. Das Steuergerät ist ein mikroprozessorgesteuerter Kleincomputer, der mit Hilfe von Sensoren den Fahrerwunsch und den aktuellen Betriebszustand des Motors erfasst und daraus mit Hilfe von gespeicherten Daten und Algorithmen Ansteuerungssignale für die einzelnen Stellglieder berechnet (Bild 1). Durch den regelnden Eingriff der Stellglieder wird der Betriebszustand des Motors im Hinblick auf Drehmoment, Kraftstoffverbrauch und Abgasentwicklung optimiert.

Das Steuergerät besteht aus einem Metallgehäuse, das eine Leiterplatte mit den elektronischen Bauelementen enthält, es ist im Regelfall im Fahrzeuginnenraum unterhalb des Armaturenbrettes bzw. in der Mittelkonsole untergebracht. Für den Einbau im Motorraum gibt es auch kompakte, thermisch höher beanspruchte Ausführungen. Die Sensoren, die Stellglieder und die Stromversorgung sind mit einer über hundert Kontakte aufweisenden Steckverbindung an das Steuergerät angeschlossen (Bild 2).

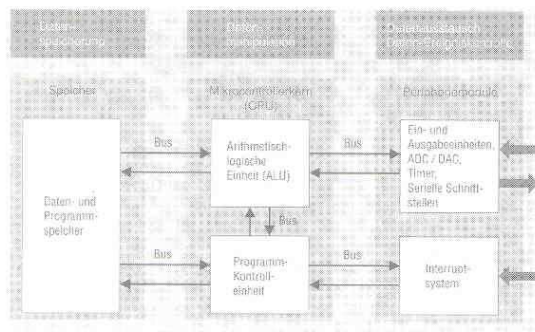


Bild 3 Struktur eines Mikrocontrollers

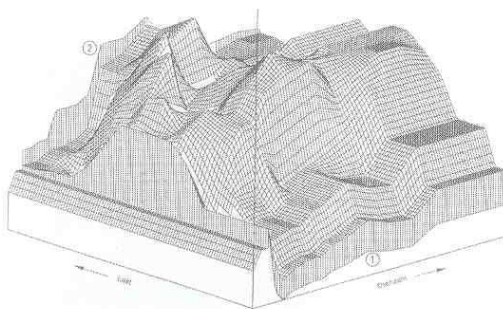


Bild 4 Kennfeld einer elektronischen Zündverstellung

Das Herzstück des Steuergerätes stellt ein Mikrocontroller dar. Dieser Mikrocontroller ist ein programmierbarer elektronischer Bauteil, der alle notwendigen Komponenten für ein Mikrocomputersystem enthält. Er setzt sich aus dem Mikrokontrollkern (CPU oder Rechenwerk genannt), aus den Speichern für Instruktionen und für Festwertdaten, sowie aus den Peripheriemodulen zusammen, die für den Datenaustausch zuständig sind (Bild 3).

Das modellspezifische Motorsteuerungsprogramm ist im Programmspeicher abgelegt. In den Datenspeichern, die sich entweder im Mikrocontroller selbst, oder ausgelagert auf eigenen EPROM-Speicherchips* befinden, werden die für die Motorsteuerung wichtigen zwei- und dreidimensionalen Funktionswerte (Kennlinien und Kennfelder) abgelegt. Von einem PC unterscheiden sich Mikrocontroller im Kraftfahrzeug darin, dass sie nicht frei programmierbar sind. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer „Embedded Control“. Embedded-Systeme werden seitens des Herstellers ausschließlich für eine Anwendung entworfen, so dass das gesamte Programm inklusive der fahrzeugspezifischen Daten als ROM oder EPROM fester Bestandteil des Produktes ist und durch den Benutzer nicht verändert werden kann, zumindest ist dies eben seitens des Herstellers nicht beabsichtigt. Der Chiptuner ignoriert dies und ist bemüht, gezielte Änderungen vorzunehmen.

Die Programmerstellung für den Mikrocontroller erfolgt am PC mittels eines Text-Editors. Der z.B. in C++ erstellte Quellcode wird zunächst in Mnemonics, eine Vorstufe der Maschinensprache übersetzt, ein Assembler wandelt die Mnemonics in einen Zahlencode um, der vom Mikrocontroller als Programm interpretiert werden kann. Der Maschinencode wird dann vom PC auf die Schaltung übertragen bzw. gebrannt.

Im Steuergerät stellt ein Spannungsregler die konstante Versorgungsspannung von 5 V für die digitalen Schaltungen bereit. Eine integrierte Oszillatorschaltung, die mit einem Quarz verbunden ist, erzeugt den Systemtakt. In diesem Takt erfolgt im Betrieb die Verarbeitung der Eingangssignale und die Generierung der Schaltanweisungen für die Stellglieder. Während der Abarbeitung wird vom Programm auf die fest abgespeicherten Kennlinien und Kennfelder zugegriffen. Für die Erhöhung des Leistungsvermögens eines Motors sind vor allem die in den Datenspeichern abgelegten Kennlinien und Kennfelder interessant. Das eigentliche Motorsteuerungsprogramm wird bei den Software-Tuningmaßnahmen im Regelfall nicht verändert.

3 Änderungsmöglichkeiten

Bei den Softwareänderungen existieren zwei unterschiedliche Wege. Ein Weg besteht darin, durch Datenänderung direkt im Steuergerät die Motorleistung zu steigern, darunter versteht man das eigentliche Chiptuning. Der andere Weg besteht darin, durch den Einbau von Zusatzgeräten Sensorsignale, d.h. Inputinformationen für das Steuergerät gezielt zu verfälschen, das Steuergerät wird bei diesen Maßnahmen im unveränderten Zustand belassen.

3.1 Kennfeldänderungen im Steuergerät

Die Grundüberlegung bei dieser Methode liegt darin, durch die Veränderung der im Steuergerät fest abgespeicherten Kennfelder und Kennlinien die Leistungscharakteristik des Motors zu verbessern. Der Fahrzeughersteller verwendet im konkreten Fahrzeug bestimmte Kennfelder, die in der Entwicklung bzw. im Versuch ermittelt wurden. Als Beispiele seien hier das Zündkennfeld, das Einspritzmengenkennfeld und das Ladedruckkennfeld erwähnt.

Die dreidimensionalen Kennfelder ordnen einem konkreten Betriebszustand, der durch Last und Drehzahl charakterisiert wird, einen ganz bestimmten Sollwert zu. Beispielsweise ist dieser Wert beim Zündkennfeld ein bestimmter Zündwinkel und beim Ladedruckkennfeld ein bestimmter Ladedruckwert. Die Sollwerte stellen Vorgabewerte dar, die abhängig von den jeweiligen Betriebsbedingungen vom Programm korrigiert werden, man nennt diesen Vorgang auch „Adaption“. In bestimmten Situationen bzw. wenn diese Adaption nicht innerhalb fixer Grenzwerte vorgenommen werden kann, schaltet das Steuergerät auf fest vorgegebene Werte (Notlaufkennfelder) um.

Durch die Festlegung der Kennfelder erfolgt heute die Auslegung eines Motors im Hinblick auf Drehmomentverlauf, Abgasverhalten und Leistung. Die Kennfelder verleihen dem Motor seine Charakteristik, sie stellen quasi die DNA des modernen Verbrennungsmotors dar (Bild 4).

Der Fahrzeughersteller hat bei der Abstimmung der Kennfelder neben rein technischen Aspekten, wie beispielsweise der Motorlebensdauer oder der Verfügbarkeit von bestimmten Kraftstoffqualitäten am Zielmarkt, auch marketingpolitische Vorgaben zu beachten. Es ist bekannt, dass manche Fahrzeughersteller ein und das selbe Modell mit weitgehend gleicher Motorhardware aber unterschiedlicher Software mit verschiedenen Leistungen (z.B. 90 PS oder 110 PS) anbieten.

Der Chiptuner ist bemüht, durch seinen Eingriff die Kennfelder leistungssteigernd zu verändern. Im Regelfall konzentrieren sich diese Änderungen auf eine Erhöhung der Einspritzdauer, eine Veränderung des Zünd- bzw. Einspritzzeitpunktes und – falls eine Aufladung vorhanden ist – auch auf eine Erhöhung des Ladedruckes. Dadurch wird der gewünschte Drehmoment- und Leistungsgewinn erreicht. Die Entwicklung der veränderten Kennfelder erfordert zunächst einen sehr großen Arbeits- und Anpassungsaufwand, der im Versuch

Techn. Daten	Serie	Tuning
Hubraum	2685	
Verdichtung	18.0:1	
Leistung	125 kW / 170 PS	150 kW / 204 PS
Drehmoment	370 Nm bei 1600 U/min	418 Nm bei 1600 U/min
Kraftübertragung	Heckantrieb, Sechsgang-Schallgetriebe	
V _{max}	225 km/h	246 km/h

Bild 5 Leistungsdatenvergleich eines Mercedes E 270 CDI

am Leistungsprüfstand erfolgt. Die einmal veränderten Kennfelder können dann bei allen baugleichen Fahrzeugen sehr rasch implementiert werden, d.h. der Tuner muss einmal die Entwicklungsarbeit leisten und kann dann baugleiche Fahrzeuge sehr einfach und rasch tunen.

Die Kennfelder werden vom Chiptuner zunächst ausgelesen und im Steuergerät lokalisiert. Dies erfolgt am Leistungsprüfstand mittels einer speziellen Software, mit der die Kennfelder transparent gemacht werden können. Wenn die entsprechenden EPROMS lokalisiert sind und deren dreidimensionaler Verlauf bekannt ist, kann die adaptierte Programmierung auf einem neuen Chip gebrannt werden, der gegen den ausgelöteten alten Speicherchip ausgetauscht wird. Bei manchen Chiptunern wird anstelle des ausgelöteten alten Speicherelements ein Stecksockel eingelötet, auf den dann wahlweise der Originalchip oder der veränderte neue Chip gesteckt werden kann.

Als Alternative bieten manche Tuningfirmen auch „Umschaltlösungen“ an. Bei dieser Methode werden auf einen Chip mit größerem Speicher sowohl die originalen als auch die veränderten Kennfelder gebrannt und der Fahrzeuglenker kann jederzeit vom Werksprogramm auf die leistungsstärkere Version umschalten. Bei Fahrzeugen der letzten Generation werden sog. Flash-EPROMS verwendet, hier können die Softwareänderungen unter Umständen am Originalchip, d.h. ohne Chiptausch vorgenommen werden. Auch die fest programmierten Höchstgeschwindigkeitsgrenzen (z.B. 250 km/h bei Mercedes und BMW) sind auf einem Flash-EPROM gespeichert und können vom Tuner mittels gezielter Umprogrammierung aufgehoben werden.

3.2 Signalmanipulation durch Zusatzsteuergeräte

Die zweite Tuningmethode besteht darin, durch den Einbau von Zusatzsteuergeräten die von Sensoren ermittelten Messwerte so zu verfälschen, dass das Steuergerät auf Grund dieser Falschinformation vom Originalzustand abweichende Steuersignale für die Stellglieder erzeugt. Man spiegelt mit dieser Methode dem Steuergerät einen falschen Ist-Zustand bei einem oder mehreren Inputparametern vor. Im Wesentlichen wird mit dieser Methode darauf abgezielt, die Einspritzmenge zu erhöhen. Die Zusatzsteuergeräte werden auch als „Steckerlösungen“ bezeichnet, die häufig bei Turbodieselmotoren angeboten werden.

In diese Kategorie des Softwaretunings fallen auch ganz einfache Tricks, die zumeist gar nicht von professionellen Tunern angeboten werden, sondern oftmals von Fahrzeugbesitzer selbst nach Anleitungen in einschlägigen Klubmagazinen oder im Internet durchgeführt werden. Als Beispiel sei der weit verbreitete Widerstandstrick beim VW Golf TDI-Motor erwähnt, bei dem mit Hilfe eines 1.000 Ohm-Widerstandes, der im Fachhandel ca. 10 Cent kostet, in 5 Min. durch eine permanente Signalverfälschung eine Leistungssteigerung von ca. 10 PS erreicht werden kann. Der Vorteil dieser Tuning-

lösungen besteht darin, dass die innere Softwarearchitektur des Steuergerätes nicht genau bekannt sein muss und dass sie im Regelfall billiger sind. Der Nachteil besteht in einer negativen Beeinflussung des Diagnosesystems und oftmals in einer unkontrollierten thermischen Belastung, die zu Kolbenschäden führen kann.

4 Technische Auswirkungen

Durch Veränderungen an der Motorsteuerungssoftware können derzeit bei Saugmotoren Leistungs- und Drehmomentsteigerungen im Bereich von 8 - 12 % und bei Turbomotoren im Bereich von 20 - 40 % erreicht werden. Gerade bei aufgeladenen Motoren sind solche Maßnahmen bei der Beschleunigung, bei der Elastizität aber auch bei der Höchstgeschwindigkeit deutlich merkbar. Ein Vergleich zwischen den Originalleistungsdaten und den Daten eines chiptunten Mercedes E 270 CDI ist im Bild 5 ersichtlich.

Die Softwareänderungen im Steuergerät haben praktisch immer zur Folge, dass der Motor näher an die Klopf- bzw. an die Sauerstoffgrenze herangeführt und der Ladedruck erhöht wird. Im Volllastbereich bringen diese Maßnahmen zwingend auch einen erhöhten Kraftstoffverbrauch mit sich, im Teillastbereich muss dies auf Grund des geänderten Drehmomentverlaufes nicht der Fall sein, hier kann es sogar zu einer Verbrauchsreduktion kommen.

Durch die Erhöhung der Drehmoment- und Leistungsabgabe werden der Kurbeltrieb, sowie der gesamte Antriebsstrang inklusive Kupplung, Getriebe und Achsen mechanisch höher belastet. Eine weitere negative Folge der Softwareänderungen liegt in einer erhöhten thermischen Belastung des Motors, eine höhere Füllung hat gleichzeitig eine Erhöhung der Brennraumtemperaturen zur Folge. Gerade bei den Direkt-Einspritz-Dieselmotoren kann es zu durchgebrannten Kolben aber auch zu Rissen im Zylinderkopf kommen. Eine weitere negative Folge kann durch ein Abwaschen des Zylinderörfilms infolge einer erhöhten Einspritzmenge beim Benzinmotor entstehen.

Die Grenzen der Softwareänderungen liegen ohne flankierende bauliche Änderungen am Motor vor allem in der thermischen Höherbelastung. Durch den Einbau von größeren Kühlern kann dieses Problem manchmal verbessert werden, bzw. kann dadurch die Leistungsgrenze weiter nach oben verschoben werden. Dies gilt im mechanischen Bereich natürlich auch für den Einbau von verstärkten Bauteilen wie Pleuel, Lager und dergleichen. Änderungen an der Originalsoftware können auch zu negativen Auswirkungen auf das Diagnosesystem und damit zu Erschwernissen bei der Fehlersuche in der Werkstätte führen, falls dieses Problem bei der Neuprogrammierung nicht beachtet wird. Weitere negative technische Folgen können zu einer Veränderung der Abgaswerte wie z.B. eine starke Zunahme der Rußbildung beim Dieselmotor führen. Beim Beschleunigen entstehende, starke Rußwolken können Hinweise auf Chiptuningmaßnahmen sein.

5 Rechtliche Auswirkungen

Sowohl in Österreich als auch in Deutschland erlischt durch leistungssteigernde Softwareänderungen die Betriebserlaubnis des Fahrzeuges seitens der Behörde. Alle Änderungen an der Gemischbildung sind daher grundsätzlich meldepflichtig. Wenn über die Tuningmaßnahme ein TÜV-Gutachten vorhanden ist oder erstellt wird, so kann das Fahrzeug neu typisiert werden, was allerdings eine Neueintragung im Fahrzeugbrief bzw. im Typenschein mit den erhöhten Leistungsdaten zur Folge hat. Wenn seitens des Chiptuners kein TÜV-Gutachten vorliegt, ist Vorsicht geboten, da die Erstellung eines Abgasgutachtens mit sehr hohen Kosten verbunden sein kann, wodurch unter Umständen die ganzen Tuning-

bestrebungen von der Kostenseite her zunichte gemacht werden können. An weiteren Problemen sei in diesem Zusammenhang auf versicherungsrechtliche und steuerrechtliche Aspekte hingewiesen, zumal die Versicherungsprämien und oftmals auch die Kfz-Steuerbemessung auf die typisierten Leistungsdaten des Fahrzeuges abstellen. Als zentrales rechtliches Problem sei auch die Gefahrenerhöhung im Versicherungsverhältnis erwähnt.

Abgesehen davon, ob das softwaremanipulierte Fahrzeug neu typisiert wurde oder nicht, kann der Fahrzeughersteller bei Bekanntwerden der leistungssteigernden Maßnahmen von seinen Garantieflichten zurücktreten, bzw. Kulanzleistungen versagen. Auch dieser Aspekt sollte daher bei Softwareänderungen immer beachtet werden. Schließlich sind mit den Softwareänderungen auch Gewährleistungsprobleme beim Verkauf verbunden, wobei zu beachten ist, dass die Beweisführung durch die leichten, eventuell sogar spurlosen Rückbaumöglichkeiten der Tuningmaßnahmen erschwert werden kann.

6 Untersuchung softwaremanipulierter Fahrzeuge

Der Kfz-technische Sachverständige wird in verwaltungs- und auch in zivilrechtlichen Verfahren in zunehmendem Maße mit Fragestellungen rund um das Chiptuning konfrontiert. In den meisten Fällen geht es darum, herauszufinden, ob Softwareänderungen am Fahrzeug durchgeführt wurden und welche Auswirkungen diese Änderungen allenfalls auf den Motor, bzw. auf den Fahrzeugwert haben. Am einfachsten sind die Zusatzsteckerlösungen zu entdecken. Mit einer optischen Kontrolle im Bereich des Steuergerätes bzw. der angeschlossenen Kabelstränge können eingebaute Zusatzgeräte relativ leicht aufgefunden werden. Bei den chipgetunten Fahrzeugen muss das Steuergerät immer zerlegt werden. Danach müssen die einzelnen elektronischen Bauteile nach auffälligen Lötspuren, bzw. hinsichtlich des Einsatzes eines Wechselsockels auf der Platine überprüft werden. In den meisten Fällen wird man mit diesen einfachen Methoden das Auslangen finden.

Bei neueren Fahrzeugen, die durchwegs mit Flash-EPROM's ausgestattet sind, könnten unter Umständen Softwareänderungen ohne bauliche Maßnahmen erfolgt sein. Manipulationen können durch ein Auslesen des Steuerprogrammes und einen Vergleich mit einem Originalsteuergerät entdeckt werden. Zur Annäherung bietet sich der einfache Weg an, ein Originalsteuergerät einzubauen und durch Probefahrten zu überprüfen, ob Leistungsunterschiede merkbar sind.

Die verlässlichste Methode besteht darin, die Leistungsabgabe des verdächtigen Fahrzeuges auf einem Leistungsprüfstand zu testen. Dafür ist allerdings große Erfahrung notwendig, da die Motoren bereits vom Hersteller in ihrem Leistungsvermögen um bis zu 5 % streuen. Die im Fahrzeugbrief angegebenen Leistungswerte werden unter exakt definierten Randbedingungen (Ansauglufttemperatur, Meereshöhe, Kühleranströmung) erreicht. Abweichende Bedingungen am Prüfstand müssen immer durch entsprechende Korrekturfaktoren berücksichtigt werden.

7 Entwicklungstendenzen

Die Fahrzeughersteller stehen der Entwicklung auf dem Gebiet der Softwareänderungen sehr kritisch gegenüber. In Zusammenarbeit mit den Zulieferern sind sie bemüht, durch ständige Veränderungen an der Motorsteuerung die Manipulationsmöglichkeiten einzuschränken bzw. zu unterbinden.

Einer dieser Wege besteht darin, den EPROM-Speicher mit den Kennfeldern im Mikrocontroller zu integrieren, ein Zugriff ist für den Chiptuner in diesem Fall nicht mehr so leicht möglich. Eine weitere Maßnahme besteht darin, durch einen fest programmierten Checksummenvergleich vom Rechenwerk jede Veränderung am Datenbestand feststellen zu lassen und beim Erkennen von Veränderungen auf ein Notlaufprogramm umzuschalten. Derzeit können die Checksummenabgleiche von den Tuning-Programmierern noch umgangen werden. Es zeichnet sich allerdings ab, dass zukünftig sowohl die Steuerungsprogramme als auch die Kennfelder verschlüsselt in den EPROMS abgelegt werden und über einen nicht zugänglichen Algorithmus vom Prozessor erst während des Betriebes entschlüsselt werden. Trotz dieser hier angedeuteten Erschwernisse ist anzunehmen, dass es auch in Zukunft umfangreiche Softwareänderungen am Kraftfahrzeug geben wird, mit der Komplexität der Systeme steigen im Regelfall auch die Möglichkeiten zur Manipulation. Das Verfälschen von Sensormesswerten wird seitens des Herstellers wohl kaum in den Griff zu bekommen sein.

8 Zusammenfassung

Veränderungen an der Motorsteuerungssoftware sind heute unter dem Schlagwort „Chiptuning“ als leistungssteigernde Maßnahmen weit verbreitet. Sowohl durch Manipulation der auf Speicherchips abgelegten Motorkennfelder im Steuergerät, als auch durch gezielte Verfälschungen von Inputwerten für das Steuergerät kann das Leistungs- und Drehmomentvermögen moderner Turbomotoren um bis zu 40 % gesteigert werden. Der vorliegende Artikel geht der Frage nach, wie die Softwareänderungen an der Motorsteuerung im Detail durchgeführt werden und welche Möglichkeiten es für den Kfz-Sachverständigen gibt, solche Änderungen am Fahrzeug nachzuvollziehen.

**Unter EPROM-Speicher (Erasable Programmable Read Only Memory) versteht man lösch- und programmierbare Festwertspeicher, ein ROM-Speicher (Read Only Memory) ist hingegen ein nur einmal beschreibbarer Festwertspeicher*

Literaturhinweis

- [1] Sperling, D.: *Kraftfahrzeugelektronik*, Berlin 1991
- [2] Wallrabe, A.: *Mikrocontroller-Praxis*, München 1997
- [3] Europa-Lehrmittel-Verlag: *Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik*, Haan-Gruiten 2001
- [4] Robert Bosch GmbH: *Mikroelektronik im Kraftfahrzeug*, Stuttgart 2001
- [5] Robert Bosch GmbH: *Motormanagement ME Motronic*, Stuttgart 1999
- [6] Robert Bosch GmbH: *Diesel-Speichereinspritzsystem Common Rail*, Stuttgart, 1998

Kfz-Sachverständigen- und Ingenieurbüro im Raum Mittelbaden sucht eine/n Prüflingenieur/in

Voraussetzung: Dipl.-Ing. (Maschinenbau)
erwünscht: Prüfberechtigung §§ 29, 19(3), 47 a StVZO
Gegebenenfalls ist die Ausbildung möglich

wir bieten: einen sicheren Arbeitsplatz
leistungsgerechte Vergütung
eventuelle Sozietät
Einarbeitung in Gutachtenerstellung
(Kfz-Schäden und Bewertung, UVV)

Eintritt: ab sofort

Zuschriften bitte unter Chiffre 1-2/03 an den Verlag.