

Es ist nur ein unscheinbares, graues Metallkästchen – und doch hat es schon diverse

Topmanager den Job gekostet. Es beherbergt nämlich eine Motorensteuerungssoftware, die – verbaut in den Dieselmotoren einiger Automodelle aus dem Volkswagen-Konzern – im Mittelpunkt des aktuellen Abgasskandals steht.

Der Hersteller des Kästchens, der schwäbische Automobilzulieferer Bosch, hat selbst nichts mit den Manipulationen zu tun. Das Unternehmen lieferte lediglich die Hardware. Softwareingenieure von VW programmierten die Software dafür und gingen dabei ziemlich kreativ vor: „Einfach gesagt, diese Autos hatten ein Programm, das die Abgasbegrenzung beim normalen Fahren ausschaltet und bei Abgastests anschaltet.“ So brachte es Cynthia Giles von der amerikanischen Environmental Protection Agency (EPA), die den VW-Skandal ins Rollen gebracht hatte, auf den Punkt.

Teile wie das kleine Kästchen sind längst keine Seltenheit mehr. „Bis zu hundert kleine Computer befinden sich in einem modernen Fahrzeug“, sagt Thomas Müller, Geschäftsführer des Reutlinger IT-Projektdienstleisters Solcom. Ein Teil davon steht permanent in unmittelbarem Kontakt zum Fahrer, etwa das Navigationsgerät. Doch der Großteil der Technik verrichtet vor allem im Hintergrund seine Arbeit, wie zum Beispiel die Motorensteuerung.

„Sie ist das Gehirn der inneren Abläufe des Fahrzeugs“, erklärt Informatik-Spezialist Müller. „Moderne Motorsteuergeräte bearbeiten bis zu 250 Millionen Instruktionen pro Sekunde und beinhalten etwa 20.000 Funktionsparameter.“ Die gesamte Softwarearchitektur setzt sich aus verschiedenen Programmteilen zusammen, die jeweils ihre eigenen Aufgaben haben und je nach Situation miteinander kooperieren.

Doch was sollen die Bits und Bytes im Motor, warum brauchen Autoantriebe überhaupt eine Steuerungssoftware? Früher fuhren Autos schließlich auch ohne Computerunterstützung. Damals waren die Ansprüche von Kunden und Gesetzgebern an Wirtschaftlichkeit, Leistung und den Verbrauch eines Fahrzeugs aber längst nicht so hoch wie heute. Und an der Mechanik lässt sich kaum noch etwas optimieren, erklärt Müller.

„Potenziale für Verbesserungen ergeben sich daher hauptsächlich aus der Elektronik und der IT, also der Steuerungssoftware, oder aus einem optimier-

ten Zusammenspiel der verschiedenen Fahrzeugteile.“

Speziell bei Dieselmotoren können die gesetzlich vorgegebenen Grenzwerte zum Schadstoffausstoß nur eingehalten werden, wenn die Motorleistung ganz präzise gesteuert wird. „Bei den alten Dieselmotoren mit Vorkammereinspritzung oder mechanischen Reiheneinspritzpumpen hatte man eine vergleichsweise moderate Leistung bei viel

Qualm und Rauch“, erklärt Michael

Münch, Geschäftsführer der auf die Software- und Systementwicklung für Mess-, Steuer- und Regeltechnik spezialisierten Softwareentwicklung MM GmbH aus dem nordrhein-westfälischen Herne.

Die Tröpfchen des Diesels sind verhältnismäßig groß, es gelangte nicht genug Sauerstoff an den Kraftstoff und er verbrannte nicht vollständig. Der unvoll-

ständig verbrannte Kraftstoff klumpte dann zu Ruß zusammen – und was nicht verbrannt

wird, kann natürlich auch keinen Beitrag zur Antriebsenergie liefern.

Um diese Probleme zu beheben, kamen Ende der 90er-Jahre neue Komponenten auf den Markt wie das Common-Rail-System (CRDi), eine Technologie, die eine präzise Steuerungssoftware braucht. Bei diesem Dieselsystem wird der Kraftstoff mit einer Pumpe auf einen Druck von etwa 2000 Bar gebracht.

Zum Vergleich: Ein Bar entspricht dem Luftdruck auf der Erdoberfläche. Je nachdem wie viel Gas der Fahrer gibt, berechnet das System für die Injektoren eine Öffnungszeit. Sie bestimmt, wie viel Kraftstoff eingespritzt wird, erläutert Motorsoftwareexperte Münch. „Durch den großen Einspritzdruck kommt es zu einer feineren Zerstäubung des Kraftstoffs, sodass eine größere Oberfläche zur Reaktion mit dem Luftsauerstoff zur Verfügung steht.“

Parallel dazu berechnet die Software die Menge an Luft, die notwendig ist, um den Kraftstoff vollständig zu verbrennen und stellt die Drehzahl des Turboladers so ein, dass genau diese Menge an Luft geliefert wird. Zu viel Luft darf es nämlich auch nicht sein. „Die möglichst genaue Berechnung der Ladeluft sowie die exakte Ansteuerung des Turboladers und der Injektoren pro Arbeitsgang sind eine wesentliche Voraussetzung für effiziente und schadstoffarme Verbrennung“, erklärt Münch.

Denn gerade bei Dieselmotoren kann sich Stickstoff aus der Luft mit dem Restsauerstoff verbinden und zu Stickoxiden reagieren – jenen chemischen Verbindungen, deren Grenzwert die betroffenen Fahrzeuge vom VW-Konzern zwar auf dem Prüfstand einhielten, nicht aber im normalen Alltagsbetrieb auf dem StraÙe.

Dass sie das nicht taten, liegt an einem technischen Kniff, den sich die VW-Ingenieure geschickt zunutze gemacht haben: Durch Turbolader kann nämlich auch bei kleineren Zylindervolumina mehr Luft in die Zylinder gepresst werden, sodass mehr Kraftstoff verbrannt wird. Daher können moderne Motoren auch mit einem verhältnismäßig kleinen Hubraum eine große Leistung liefern.

„Doch je höher der Verbrennungsdruck und infolgedessen auch die Temperatur, umso größer ist auch die Stickoxidbildung“, sagt Münch. Wer es dabei übertreibt, nimmt in Kauf, die gesetzlichen Grenzwerte nicht einzuhalten.

Im Fall von VW sorgte ein spezieller Mechanismus dafür, dass der Verbrennungsdruck bei offiziellen Tests niedriger war als im realen Betrieb. Festzustellen, ob gerade ein Abgastest stattfindet, ist für die Steuerungssoftware unproblematisch: Dazu wird nämlich immer ein Diagnosetester an die Bordelektronik angeschlossen, um neben den gemessenen Abgaswerten auch die internen Parametern des Motors zu erfassen.

„Hier könnte dann in einen abgas-

und leistungsschwächeren Modus geschaltet werden, der allerdings auch in der Software so implementiert sein müsste“, erklärt Münch.

Eine weitere Manipulationsmöglichkeit eröffnen sogenannte Bluetec-TDI-Dieselmotoren, die ebenfalls von den Manipulationsvorwürfen betroffen sind. Hier wird den Abgasen Harnstoff zugesetzt, denn das darin enthaltene Ammoniak reagiert mit den Stickoxiden zu harmlosem Stickstoff und Wasser.

Dafür ist allerdings ein zweiter Tank notwendig – und wenn man den Kunden kein selbstständiges Nachfüllen zumuten möchte, sollte dessen Füllung jeweils bis zum nächsten Inspektionstermin reichen. Daher reduzierte VW mithilfe der Motorsteuerungssoftware im Normalbetrieb die zugesetzte Harnstoffmenge auf ein Minimum, während im Testbetrieb die eigentlich notwendige Menge zum Einsatz kam und für einen entsprechend niedrigen Schadstoffausstoß sorgte.

Grundsätzlich lässt sich der Verbrennungsdruck in einem modernen Auto mit Dieselmotor relativ einfach manipulieren – und damit die Motorleistung auf Kosten des Schadstoffausstoßes erhöhen. „Das fängt bei einfachen Tuningmaßnahmen an, wo der Fahrzeugbesitzer eine einfache Elektrik vor den Ladedrucksensor schraubt, um dem Steuergerät einen höheren Ladedruck vorzugaukeln“, erklärt der Softwareexperte Münch. „Dadurch kann die Einspritzmenge erhöht werden, weil die Rauchgasbegrenzung überlistet wird.“

Darüber hinaus bietet die softwaregestützte Motorensteuerung allerdings auch gefährliche Einfallstore für Hacker. „Profilhacker können nicht nur Fahrzeugdaten einsehen, sondern auch sensible Bereiche wie die Motorensteuerung beeinflussen“, warnt Solcom-Geschäftsführer Müller. „Verschiedene Beispiele in den letzten Monaten haben gezeigt, wie einfach der Zugriff beispielsweise über ein Smartphone auf das Gaspedal eines Pkw gelingen kann.“

Durch Anbindung an das mobile Netzwerk oder an das Smartphone mit dem „Connected Car“ steigt die Gefährdung weiter. Denn durch neue Schnittstellen ergeben sich auch weitere Einfallstore.

Bei den nun angekündigten Fahrzeugrückrufen werden die Volkswagen-Techniker eigentlich gar nicht besonders viel im Motorraum verändern: Sie werden einfach ein Update der Steuerungssoftware aufspielen, dass die illegale Unterscheidung zwischen Test- und Normalbetrieb des Motors beseitigt. Um die gesetzlichen Grenzwerte einzuhalten, dürfte das Programm zugleich die Motorleistung verringern, außerdem dürfte bei den Bluetec-TDI-Motoren ein häufiges Nachfüllen des Harnstofftanks notwendig werden.

Den Fahrern eines VW-Diesels wird das kaum gefallen.

PS aus dem Computer

Mehr Power, weniger Abgase – oder manchmal auch nicht:

Wie Bits und Bytes sich an Dieselmotoren zu schaffen machen