

Fahrzeug-Diagnosesysteme

In der zweiten Generation mit genormter Schnittstelle (OBD-2)

Von Gerhard Müller

Fahrzeug-Diagnosesysteme waren bisher herstellerspezifisch und in der Regel so ausgelegt, dass nur autorisierte Vertragswerkstätten Zugang zu den Daten hatten. Das ändert sich jetzt mit dem genormten OBD-2-System, das als EOBD-System per EU-Richtlinie für neu entwickelte Fahrzeuge bereits vorgeschrieben ist. Der Beitrag beschreibt die Schnittstelle im Detail. In einem weiteren Artikel wird auch ein Selbstbau-Diagnose-Adapter für den EOBD-Anschluss vorgestellt.

Faktoren wie mehr Sicherheit, mehr Komfort und nicht zuletzt mehr Umweltschutz haben unsere heutigen, modernen Kraftfahrzeuge technisch immer komplizierter werden lassen. Der immer schnellere Modellwechsel der Fahrzeughersteller, der Kostendruck in der Vertragswerkstatt und die nicht mehr zur Verfügung stehende Zeit zur Schulung des Werkstattpersonals forderten Diagnosesysteme für die Fahrzeuge, um einen schnellen, sicheren und kostengünstigen Service bei Fehlfunktionen und Inspektionen gewährleisten zu können.

Der Computer, der schon längst Einzug in das Fahrzeug erhalten hatte, legte es nahe, auch zur Diagnose der von ihm gesteuerten Systeme und Funktionen verwendet zu werden. Um seine eigenen Vertragswerkstätten jedoch vor den nicht markengebundenen freien Werkstätten zu schützen, entwickelte jeder Fahrzeughersteller hierzu seine eigenen, proprietären Systeme. Einzig der gleichzeitig auf die Zulieferindustrie ausgeübte

Kostendruck ließ hier und da einige Normungen erkennen. Dies änderte sich erst, als der Staat mit der Umweltgesetzgebung eingriff. Obwohl weniger dicht besiedelt, hat die USA den Vorreiter bei der Eindämmung der Luftverschmutzung durch Kfz-Abgase gespielt und nimmt diese Rolle noch heute ein. Insbesondere der amerikanische Bundesstaat Kalifornien zeichnet sich durch eine rigide Gesetzgebung auf dem Gebiet des Umweltschutzes aus. Die europäischen Fahrzeughersteller haben sich lange gegen die Ausrüstung ihrer Fahrzeuge mit Katalysatoren gesperrt, obwohl sie ihre Export-Fahrzeuge für den amerikanischen Markt längst damit ausrüsten mussten. Fortschritte in der Technik wie leistungsfähigere Computersysteme und die Entwicklung entsprechender Sensoren stehen seitdem im Wechselspiel zur gesetz-

lichen Forderung immer weiter reduzierter Abgasbelastungen durch Fahrzeuge bis hin zur Vorgabe des so genannten Zero-Emission-Fahrzeugs, das Kalifornien für bestimmte Flotten-Anteile der Hersteller demnächst vorschreibt.

Wird hierzulande der Verbraucher vom Staat in die Pflicht genommen durch AU oder Erhöhung der Kraftfahrzeugsteuer für „dreckige“ beziehungsweise Verringerung für „saubere“ Autos, hat sich der Gesetzgeber in den USA mehr an die Hersteller gehalten. Diese wurden gezwungen, die Diagnosesysteme der Fahrzeuge so auszulegen, dass bereits bei kurzen Abgaswert-Überschreitungen zwischen den Wartungs- und Inspektionsintervallen der Fahrer aufgefordert wird, die Werkstatt anzufahren. Das System nennt sich On-Board-Diagnose,

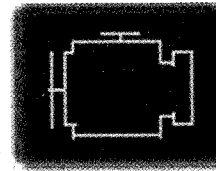


Bild 1. Symbol der „Check Engine“-Lampe (Quelle: Verfasser).

abgekürzt OBD, und führt bei Fehlfunktionen im Abgasverhalten und der Sicherheitstechnik des Fahrzeugs zum Aufleuchten einer gelben „Check Engine“-Lampe (Bild 1), die auch als „Service Engine Soon“ oder „Malfunction Indicator Lamp“ (abgekürzt MIL) bezeichnet wird. Dieses bereits seit 1988 in Kalifornien vorgeschriebene und in den anderen Bundesstaaten der USA 1994 übernommene System wurde 1996 durch das weiterentwickelte und nun weitestgehend herstellerübergreifend genormte Nachfolge-System OBD-2 oder OBD II ersetzt. Die Europäische Union hat in ihrem Bestreben, zum einen den freien Wettbewerb zu fördern und zum anderen den Umweltschutz voranzutreiben, mit der EU-Richtlinie 98/69/EG vom 13.10.1998 [1] eine weitere Reduzierung der Abgas-Grenzwerte und die Ausrüstung mit On-Board-Diagnosesystemen für alle Fahrzeug-Hersteller nach den normierten Richtlinien der USA vorgeschrieben. Damit wurden die Hersteller verpflichtet, erstmalig einheitliche Diagnose-Schnittstellen und Diagnose-Stecker zum Anschluss entsprechender Diagnose-Geräte einzubauen. Die Hersteller wurden sogar gezwungen, wesentliche Teile ihrer bisher proprietären Diagnose-Systeme öffentlich zugänglich zu machen. Die EU-Richtlinie gilt für Fahrzeuge mit Fremdzündung, also Otto-Motoren, ab Typzulassung 2000 und für Selbstzünder, also Diesel-Motoren, ab Typzulassung 2003.

OBD-2-Diagnosestecker

Der Diagnose-Stecker für OBD-2 oder EOBD (Europäisches On-Board-Diagnosesystem) befindet sich im Gegensatz zu früheren Systemen nicht mehr im Motorraum, sondern

muss laut Verordnung im Umkreis des Fahrersitzes liegen. Er sitzt nun meist unter dem Armaturenbrett oder der Mittelkonsole, manchmal mit einer Klappe abgedeckt, manchmal auch unter dem Aschenbecher. Der OBD-2-Stecker (Bild 2) ist 16-polig, jedoch sind nicht alle Kontakte auch mit Pins belegt (siehe Tabelle 1). Tabelle 2 gibt die verschiedenen Protokolle des Bussystems an. Daraus wird deutlich, dass man sich doch nicht ganz einigen konnte. Neben den beiden amerikanischen Firmen Ford mit dem PWM-Protokoll (Pulse Width Modulation) und General Motors mit dem VPW-Protokoll (Variable Pulse Width Modulation), beide nach der Norm SAE J1850, verwenden europäische und asiatische Hersteller hauptsächlich das KWP-Protokoll (Key Word Protocol) nach ISO 9141-2.

Nutzwert

Was bedeutet das neue Diagnosesystem nun für den Autofahrer? Lag die Intelligenz früherer Diagnosesysteme meist im angeschlossenen Werkstattcomputer, wird heute

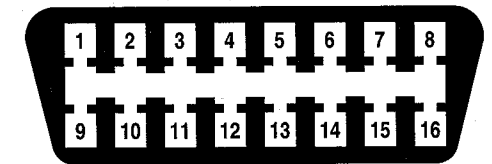


Bild 2. Der 16-polige Diagnose-Stecker für OBD-2 (Quelle: Verfasser).

Tabelle 1

Anschlussbelegung der genormten Pins des OBD-2-Steckers

Pin 2 - J1850 Bus +
Pin 4 - Fahrzeug-Masse
Pin 5 - Signal-Masse
Pin 6 - CAN High (J-2284)
Pin 7 - ISO 9141-2 K-Ausgang
Pin 10 - J1850 Bus
Pin 14 - CAN Low (J-2284)
Pin 15 - ISO 9141-2 L-Ausgang
Pin 16 - Batterie-Plusspannung

zunehmend auf die immer leistungsfähigeren Fahrzeug-Computersysteme zurückgegriffen. Dadurch reicht ein preiswertes Auslesegerät, um zu erfahren, wo denn nun gerade im Fahr-

Tabelle 2

Die bei OBD-2 im Modus 01 maximal auslesbaren aktuellen Daten:

Status Kraftstoffsystem 1 und 2
Berechneter Lastwert
Motor-Kühlwassertemperatur
Kurzwert Gemischverteilung Bank 1
Langwert Gemischverteilung Bank 1
Kurzwert Gemischverteilung Bank 2
Langwert Gemischverteilung Bank 2
Kraftstoffdruck (gemessen)
Einlasskanal Absolutdruck
Motordrehzahl
Fahrzeug-Geschwindigkeit
Zündvoreilung für Zylinder #1
Einlass-Lufttemperatur
Luftmengenmessung vom MAF-Sensor
Absolute Drosselklappen-Position
Status angeforderte Zusatzluft
Einbauort installierter Lambdasonden im Kfz, wobei Sensor 1 dem Motor am nächsten
Bank 1 - Sensor 1 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
Bank 1 - Sensor 2 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
Bank 1 - Sensor 3 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
Bank 1 - Sensor 4 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
Bank 2 - Sensor 1 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
Bank 2 - Sensor 2 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
Bank 2 - Sensor 3 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
Bank 2 - Sensor 4 - Lambdasonden-Ausgabe und errechn. Kurzwert Gemischvert.
OBD Anforderungen, nach denen Kfz konzipiert
Status Eingänge Hilffsysteme

Fahrzeug-Diagnose-Adapter (2)

Windows-Software für das OBD-2-Interface

Von Gerhard Müller

Das in der letzten Ausgabe beschriebene Interface für die OBD2-Fahrzeug-Diagnoseschnittstelle liefert Daten in Form von ASCII-Zeichen an die serielle Schnittstelle eines PCs. Das Lesen dieser Daten ist zwar mit einem Standard-Terminal-Programm möglich, die Auswertung der Codes ist dann aber nicht sehr benutzerfreundlich. Wesentlich komfortabler ist das hier vorgestellte kostenlose Windows-Programm.

Gegen das ASCII-Format der über das OBD-Interface in den Computer eingelesenen Daten ist im Prinzip nichts einzuwenden. Das Problem ist aber, dass der oder die Fahrzeug-Computer - in der Regel die Motor-Steuerungselektronik, aber auch eventuell weitere im Fahrzeug vorhandene, über ein Bussystem verbundene Steuergeräte - im Terminalprogramm auf Anfragen mit hexadezimalen Zeichen antworten, die für den Anwender nicht ohne weiteres lesbar sind. Es muss also ein Programm her, das zum einen die Eingabe der Abfrage-Befehle erleichtert und zum anderen vor allem die Antworten in eine lesbare Form umwandelt. Ein solches Programm sollte zum Beispiel zusätzlich zur Ausgabe der Fehlercode-Nummern der Diagnose auch gleich eine Beschreibung im Klartext geben, so dass man nicht erst in Listen oder Handbüchern nachsehen muss.

Wie bereits in den vorherigen Artikeln beschrieben, unterstützt uns sowohl der OBD-2 Standard mit seinen definierten Festlegungen als auch der verwendete ELM-Chip mit seinen festverdrahteten Funktionen bei der Erstellung eines derartigen Programms. Die normalerweise erforderliche Initialisierung des Fahrzeug-Steuergeräts, die erst eine Kommunikation über den OBD-2 Diagnose-



Bild 1. Startseite des OBD-2-Diagnose-Programms Scantool.net.

stecker ermöglicht, wird vom ELM-Chip übernommen, der auch dafür sorgt, dass die Verbindung anschließend aufrecht erhalten wird.

Diese Initialisierung erfolgt durch Senden des Hex-Wertes 0x33 bei 5 Baud über den L-Anschluss Pin 15 (bei neueren Fahrzeug-Steuergeräten

über den K-Anschluss Pin 7) und anschließendem Warten (bei 10400 Baud) auf die Antwort hexadezimal 0x55. Durch fortlaufendes, automatisches Senden einer Dummy-Nachricht im Abstand von 5 Sekunden erhält der ELM-Chip die einmal initialisierte Verbindung aufrecht. Auch um die Berechnung der Prüfsumme (CRC), die Bestandteil der gesendeten Nachrichten ist, brauchen wir uns keine Gedanken zu machen. Wie anhand der in den vorherigen Artikeln beschriebenen Standards des OBD-2 Protokolls und der Beschreibung der Kommunikation mit dem ELM323-Chip (siehe Literaturhinweise am Artikelende) nachzuvollziehen ist, können wir uns bei einem zu erstellenden Programm auf folgende Funktionsblöcke konzentrieren:

- Auslesen und Löschen von Fehlercodes
- Auslesen und eventuell Darstellung von Sensor-Echtzeitdaten
- Auslesen von genannter Freeze-Frame-Daten
- Abfrage von Testresultaten der von der Fahrzeug-Elektronik durchgeführten Tests sowie eventuell auch
- Auslesen weiterer Daten, die vom Fahrzeughersteller abhängig sind oder erst bei neueren Fahrzeugen abrufbar sind, wie zum Beispiel die Fahrgestellnummer (VIN oder FIN).

Freie Windows-Software

Ein solches Programm wurde als freie (Open Source-) Lösung von den Programmierern bei ScanTool.net (<http://www.scantool.net>) entwickelt. In Zusammenarbeit mit dem Verfasser dieses Beitrags wurde von diesem Programm auch eine deutsche Version erstellt (Bild 1). Um den Gedanken der Freien Software zu wahren, wurden für die Entwicklung nur frei verfügbare Compiler und Werkzeuge eingesetzt, was die Portierbarkeit des Quellcodes auf andere Betriebssysteme als Windows erleichtert. Bis vor kurzem ergab sich aus dieser Vorgabe der Nachteil, dass das Programm unter Windows aufgrund der bekannten Probleme mit den direkt auf die PC-Hardware zugreifenden Routinen (z.B. für Bildschirm und serielle

Schnittstelle) nur in einer DOS-Box lief, was unter Windows 95, 98 und ME problemlos möglich ist. Mit den Windows-Versionen 2000, NT und XP, die den DOS-Modus nicht mehr unterstützen, war diese Version aber nur lauffähig, wenn es von einer bootfähigen DOS-Diskette mit einem DOS-Betriebssystem gestartet wurde. Inzwischen ist es ScanTool.net aber gelungen, dieses Manko zu beseitigen. Ab Version 1.04 läuft das Programm in einem Windows-Fenster. Auf dem Elektor-Website werden bei den Downloads zu Elektor Dezember 2002 beide Versionen bereitgestellt, ebenso steht auch der Quellcode in C steht dort zur Verfügung. Auf dem Website (www.elektor.de) einfach den Menüpunkt DOWNLOAD anklicken und dann Elektor Dez. 2002 auswählen. Damit erhalten Sie die Liste mit den Dateien zum Download. Wenn Sie auf der Elektor-Homepage oben links „UK“ anklicken, gelangen Sie auf die englischsprachige Elektor-Homepage, von der sie die Programme und den Quellcode bei Bedarf in der englischen Version herunterladen können.

Der Quellcode lässt sich nach den Anweisungen in der beiliegenden „Liesmich-Datei“ (englisch: readme-file) problemlos auch selbst kompilieren. Die Bezugsquellen des freien Compilers gcc und der weiteren Tools wie zum Beispiel des Allegro-Pakets zur Erzeugung der Programmoberfläche sind dort genannt, so dass der eigenen Weiterentwicklung nichts entgegen steht. Wer diese Mühen scheut und sich nicht weiter in die Geheimnisse der On-Board-Diagnose vertiefen möchte, der schaut von Zeit zu Zeit auf den genannten Webadressen nach Updates.

Funktionen

Von den oben genannten Funktionen ermöglicht das Programm zurzeit das Auslesen und Zurücksetzen von Fehlercodes und die Abfrage von bis zu 11 aktuellen Sensordaten. Weitere Funktionen, wie das Auslesen des so genannten Freeze-Frame-Datensatzes (wird bei Auftreten eines Fehlercodes im Fahrzeug-Steuergerät aus aktuellen Sensordaten erstellt und

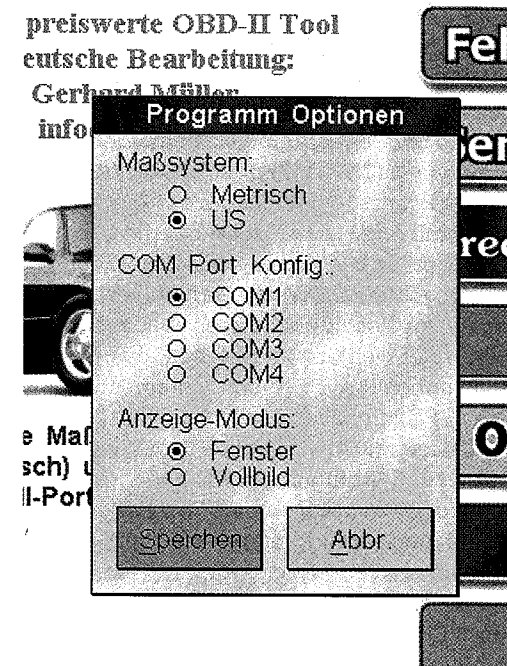


Bild 2. Die Einstellmöglichkeiten unter „Optionen“.

gespeichert) und die Darstellung der Selbsttest-Ergebnisse des Fahrzeug-Steuergeräts sind zwar schon in der Bedienoberfläche des Programms vorbereitet, aber noch nicht implementiert. Ebenso fehlt noch eine Möglichkeit zur Speicherung der ausgelesenen Daten, lediglich über Tastenkombination Strg + Alt + Druck lässt sich in der DOS-Version ein Screenshot unter dem Dateinamen „screenshotX.pcx“ im aktuellen Verzeichnis abspeichern, wobei „X“ eine fortlaufend inkrementierte Zahl ist. In der Windows-Version wird nur wie üblich die Taste „Druck“ betätigt, um im Zwischenspeicher den Screenshot zu erzeugen. Die Betätigung einer der Funktionen „Fehlercodes“ oder „Sensordaten“ mit dem jeweiligen Button setzt voraus, dass der PC über das OBD2-Interface mit dem OBD-2-Fahrzeugstecker verbunden und die Zündung eingeschaltet sind. Anderenfalls erscheint eine Meldung, die zur Konfiguration des richtigen seriellen Ports auffordert. Zweckmäßigerweise nimmt man das bereits vorher mit dem Button „Optionen“ vor, der auch eine Umschaltung der Sensordaten-Anzeige zwischen dem metrischen und dem US-Maßsystem ermöglicht (Bild 2). Die Einstellungen werden in der dann erzeugten Datei „scantool.cfg“ gespeichert, die auch den Abfragemodus („An“ oder „Aus“) der 11 darstellbaren Sensorendatenfelder behält. Fehlermeldungen - auch beim Fehlstart des Programms - werden in der Datei „log.txt“ gespeichert. Die beiden weiteren Zusatzdateien

kann jedoch in einer Initialisierungs-Phase sein, während Daten vom und zum RS232-Bus gesendet werden, so dass für beide LED-Gruppen getrennte Widerstände erforderlich sind.

An dem zwischen Pin 2 und 3 geschalteten Quarz erkennt man, dass der ELM323 in einem Land mit NTSC-Farbfernsehsystem entwickelt wurde: es handelt sich nämlich um einen (preiswerten) Quarz mit der Frequenz des NTSC-Farbhilfsträgers. Die 27 pF für die Bürdekondensatoren sind typische Werte, sie können je nach Spezifikation des Quarzes auch variieren.

Stückliste

Widerstände:

R1, R3 = 510 Ω
R2, R4 = 2k2
R5, R6, R10 = 10k
R7, R11 = 4k7
R8, R9 = 330 Ω
R12 = 47k
R13 = 100k
R14 = 680 Ω

Kondensatoren:

C1, C2 = 27 pF
C3...C6 = 100 nF

Halbleiter:

D1, D6 = 1N4148
D2...D5 = LED rot
D8 = LED grün
D7 = 1N4001
T1, T2 = BC547B
T3, T4 = BC557B
IC1 = ELM323 *)
IC2 = 78L05

Außerdem:

K1 = 16-polige Stifteleiste mit Schutzkragen
K2 = 9-polige Sub-D-Buchse, gewinkelt, für Platinenmontage
X1 = 3.579545-MHz-Quarz, 32 pF parallel 16-poliger Stecker, passend für OBD2 *)
Platine EPS 020138-1 (Layout-Download und Bestellung siehe Service-Seiten in der Heftmitte oder www.elektor.de)

*) Bezugsquelle für ELM323 und OBD-Stecker-Kit:
Küster Datensysteme (KDS)
Geibelstr. 14
30173 Hannover
Tel. 0511/886059
Fax 0511/8093329
E-Mail: OBD-Service@KDS-Online.com

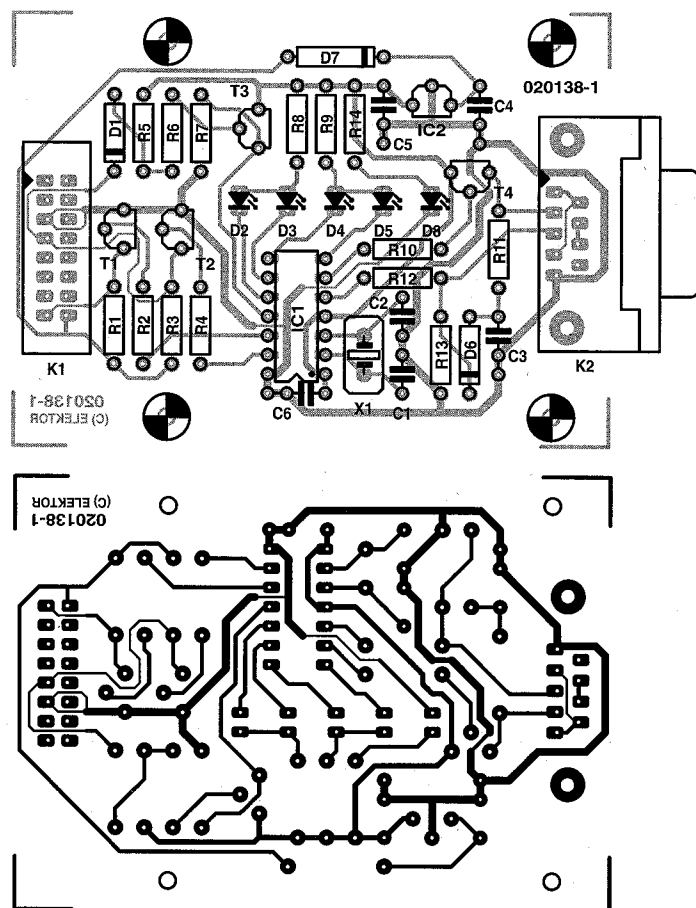


Bild 5. Die Platine zum Aufbau der Interface-Schaltung.

Aufbau und Test

Der Aufbau auf der in **Bild 5** angegebenen Platine ist ebenso einfach wie die Schaltung selbst. Die einseitige Platine kommt ohne Drahtbrücken aus. Weil es häufig falsch gemacht wird, weisen wir noch einmal darauf hin, dass die Platine für die RS232-Verbindung mit einer 9-poligen Sub-D-Buchse bestückt werden muss. Entsprechend wird auch ein ganz normales RS232-Kabel (Verlängerungskabel) verwandelt, bei dem alle Adern 1:1 durchverbunden sind. Es darf **kein** Nullmodem Kabel mit gekreuzten Adern verwendet werden! Bezugsquellen für die Spezialbauteile (ELM323 und OBD-Stecker) sind in der Stückliste angegeben. Nach Bestückung der Platine erfolgen die üblichen, aber wichtigen Kontrollen der Bestückung (alle Bauteile richtig herum eingelötet?) und der Lötstellen und Leiterbahnen. Für einen ersten Test darf die Platine auf keinen Fall schon im Auto eingesetzt werden. Erst einmal genügt der

Labortisch mit einer Stromversorgung (12-V-Netzteil oder notfalls eine 9-V-Batterie) und einem Computer mit serieller Schnittstelle in Reichweite. Nach Anlegen der Betriebsspannung an Pin 16 (+12 V) und Pin 5 (Masse) leuchtet die grüne LED (Anzeige für +5 V), die roten LEDs leuchten nacheinander kurz auf. Zur Sicherheit kann man jetzt die 5-V-Spannung überprüfen. Als Nächstes wird die Platine mit dem PC verbunden. Jetzt liegen auch die Spannungen an, die der PC an der RxD- und TxD-Leitung der seriellen Schnittstelle bereitstellt. Typische Werte sind im Schaltbild eingetragen und können jetzt nachgemessen werden. Von den Werten im Schaltbild sollten die -0,5 V und die +5 V (die Spannungen an den Pins 5 und 6 des ELM323) nicht wesentlich abweichen, hingegen ist die Spannung an Pin 3 von K2 nichts anderes als die Spannung der TxD-Leitung. Die Höhe dieser Spannung hängt vom verwendeten Schnittstellen-IC im PC ab und kann von dem

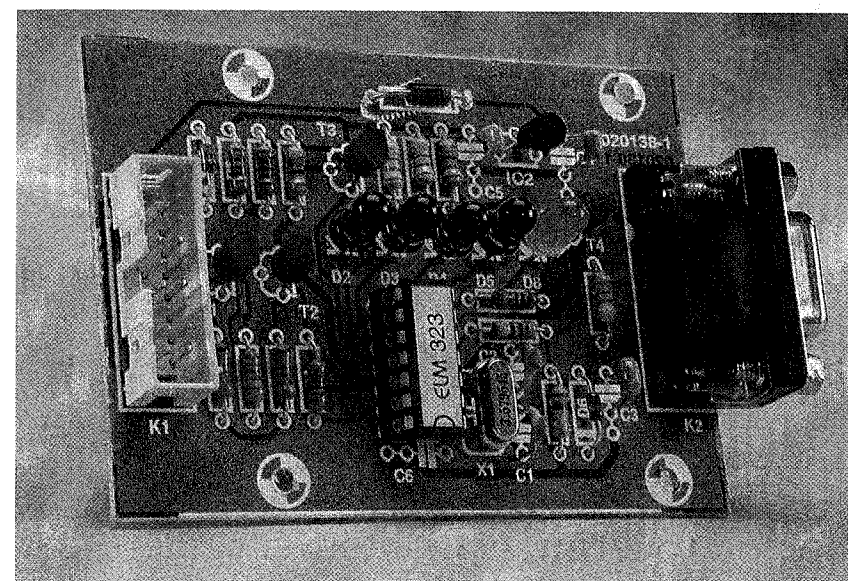


Bild 6. Die fertig bestückte Musterplatine. Die roten LEDs zeigen das Senden und Empfangen von Daten an den Ein- und Ausgängen an.

angegebenen typischen Wert von -9,3 V erheblich differieren, ein Bereich von etwa -3 V bis -12 V ist dabei möglich. Von diesem Wert hängt auch die Spannung an C3 unmittelbar ab, die um eine Diodenspannung (Spannungsabfall an D6, ca. 0,4 bis 0,6 V) positiver ist als die TxD-Spannung. So ergibt sich bei -9,3 V TxD-Spannung der im Schaltplan angegebene Wert von -8,9 V an C3.

Sollten sich bei der Überprüfung gravierende Abweichungen ergeben, liegt ein Fehler vor, der beseitigt werden muss. Die serielle Schnittstelle des PCs wird durch einen eventuellen Kurzschluss normalerweise nicht gefährdet, da der RS232-Standard eine Strombegrenzung vorschreibt.

Für einen weiter gehenden Funktionstest an der seriellen Schnittstelle ist eine geeignete Software auf dem PC erforderlich. Dafür kann man natürlich das eingangs angekündigte Windows-Programm verwenden. Wer nicht so lange warten will und kein Problem mit ein paar Einstellungen hat, der kann auch mit einem Terminalprogramm wie HyperTerminal sofort loslegen und damit feststellen, ob die Kommunikation zwischen PC und ELM323 funktioniert. Ist in der Windows-Installation kein Terminal-Programm vorhanden, kann HyperTerminal kostenfrei von www.hilgraeve.com

heruntergeladen werden.

Hyperterminal wird mit folgender Schnittstelleneinstellung gestartet: Datenrate 9600 Baud, 8 Datenbits, kein Paritybit, 1 Stopbit und kein Handshake (also kein hardware handshake, kein XOn/Xoff handshake). In Kurzform: 9600,8N1 Wird das richtig angeschlossene Interface jetzt eingeschaltet, leuchten zunächst die vier roten LEDs nacheinander auf, anschließend erscheint die Meldung ELM323 v1.0

> auf dem Bildschirm. Diese Meldung verrät uns nicht nur die Software-Version des ICs, sie bedeutet auch, dass das IC funktioniert, die Baudrate richtig ist und die Übertragung vom IC zum Rx-Eingang des PCs in Ordnung ist. Das „>“-Zeichen nach der Meldung ist die Eingabe-Aufforderung (Prompt) des ELM323, die anzeigt, dass sich das Interface im Wartezustand befindet und zur Annahme von Zeichen über den RS232-Port bereit ist.

Vom Computer gesendete Nachrichten können entweder zur internen Verwendung im ELM323 bestimmt sein oder zur Bearbeitung und Weiterleitung an den OBD-Bus. Der ELM323 kann schnell feststellen, wohin die empfangenen Zeichen zu leiten sind, indem er nach Empfang der Nachricht die Zeichenkette analysiert. Befehle zur internen Verwen-

dung im ELM323 beginnen immer mit den Zeichen „AT“ wie bei Modems üblich, während Befehle für den OBD-Bus nur die ASCII-Kodes für hexadezimale Digits (0 bis 9 und A bis F) enthalten dürfen. Zum Testen kann man zum Beispiel den Befehl ATE1 eingeben, gefolgt von einem CR. Erhält man darauf keine OK-Antwort, sollte man die Masse-Verbindung (Pin 5) überprüfen und sicherstellen, dass kein Handshake eingestellt ist.

Anwendung

Am einfachsten ist es, dafür das eingangs angekündigte Windows-Programm zu verwenden, das in der nächsten Ausgabe vorgestellt wird. Um die Details der Kommunikation zwischen dem Interface und dem PC auf der einen Seite und der OBD-2-Schnittstelle des Fahrzeugs auf der anderen Seite braucht man sich dann nicht weiter zu kümmern.

Wer sich aber selbst damit befassen und die Funktionen und Möglichkeiten im Einzelnen ausprobieren möchte, der kann schon jetzt mit dem Terminalprogramm auf dem PC weitermachen und sich anhand einer umfangreichen Dokumentation in die Geheimnisse der OBD-2-Schnittstelle einarbeiten, die wir auf dem Elektor-Website zum Download bereitstellen.

Im Einzelnen werden darin folgende Bereiche behandelt:

Kommunikation zwischen PC und ELM323
AT-Befehle
OBD-Bus-Initialisierung
OBD-Befehle
Diagnose-Test-Modes
Auslesen und Auswerten von Fehlercodes
Löschen von Fehlercodes
Fehlermeldungen des ELM323

Diese detaillierte Beschreibung ist vor allem auch für die Leser gedacht, die mit dem Interface eigene Anwendungen realisieren und spezielle Möglichkeiten nutzen möchten. Weitere Tipps für Hobby-Programmierer mit Codebeispielen sind auch für den abschließenden Beitrag in der nächsten Ausgabe vorgesehen, in dem die Software im Vordergrund steht.

Quellenhinweis:

Für diesen Beitrag wurde ein Datenblatt der Firma Elm Electronics, Kanada, in autorisierter Übersetzung verwendet.
Download des Original-Datenblatts:
<http://www.elmelectronics.com/dsheets.html>

RS232Rx (Pin 5)
Das RS232 Sendesignal eines Computers kann an diesen Pin direkt angeschlossen werden, solange ein strombegrenzender Widerstand (typisch über 47 kΩ) in Reihe geschaltet ist. Der Eingang ist intern mit Schutzdioden und einem Schmitt-Trigger-Inverter zur Signalformung beschaltet.

RS232Tx (Pin 6)
Dies ist der RS232-Sende- oder Datenausgangs-Pin. Der Signalpegel ist kompatibel zu den meisten Interface-ICs und es steht genügend Strom zur Verfügung, um als Interface nur einen PNP Transistor zu verwenden, falls gewünscht.

LED Treiber Ausgänge (Pin 7, 8, 9 und 10)
Diese vier Pins führen Low-Pegel, wenn der ELM323 RS232- oder OBD-Daten sendet oder empfängt und haben sonst High-Pegel. Diese Ausgänge können direkt LEDs über Vorwiderstände treiben.

OBDIn (Pin 11)
Die OBD-Daten werden über diesen Pin mit positiver Logik zugeführt, entsprechend dem aktiven Status der OBD K-Leitung. Es wird kein Schmitt-Trigger verwendet, deshalb sollte das OBD-Signal gepuffert werden, um die Transientenzeiten der internen CMOS-Schaltungen zu minimieren.

OBDL (Pin 12) und OBDK (Pin 13)
Dies sind die Aktiv-High-Ausgangssignale, die zum Treiben des OBD-Bus mit Hilfe von externen NPN-Transistoren verwendet werden. Die Datenübertragung erfolgt normalerweise nur über die K-Leitung, aber die Standards erfordern, dass die L-Leitung ebenfalls

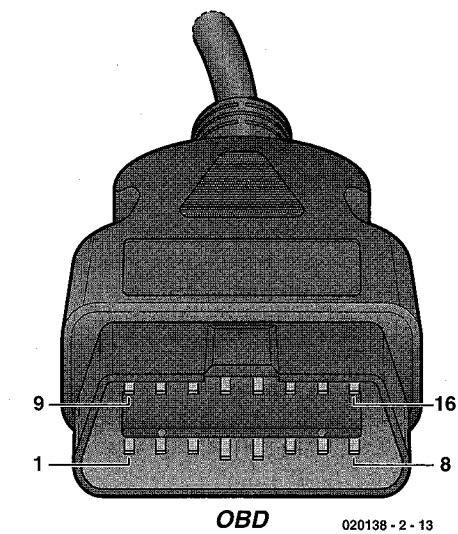


Bild 3. Der 16-polige Spezialstecker für den Anschluss an die Diagnosebuchse im Fahrzeug.

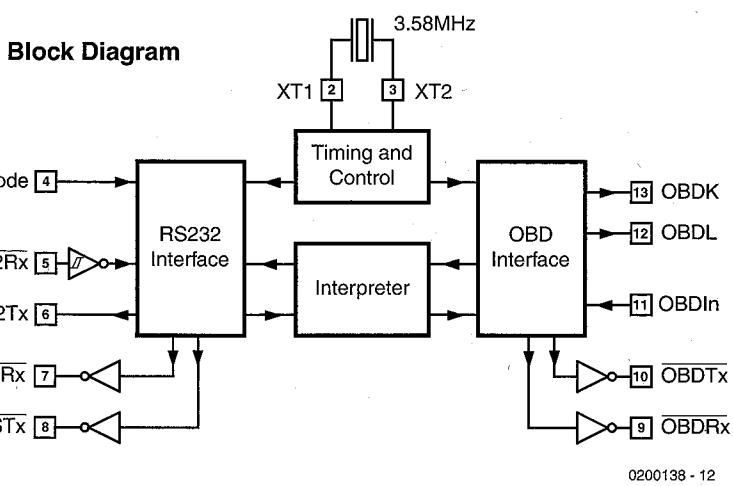


Bild 2. Die Funktionsblöcke des OBD-2/RS232-Konverters.

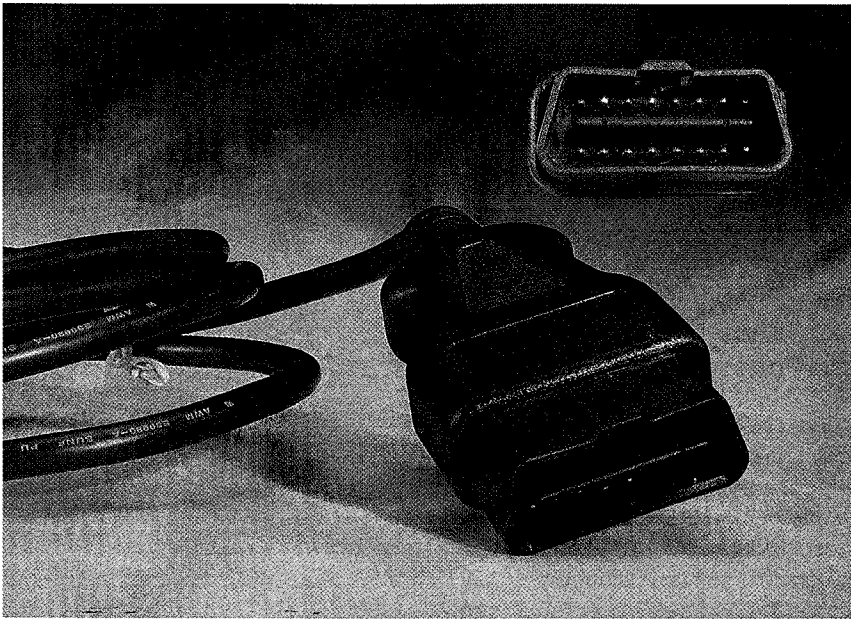
implementiert ist, um den Bus ordnungsgemäß zu initialisieren. Näheres im folgenden Abschnitt.

V_{SS} (Pin 14)
Masse-Anschluss (der negativste Punkt in der Schaltung).

Interface-Schaltung

Der SAE-Standard J1962 bestimmt, dass alle OBD-kompatiblen Fahrzeuge eine Standard-Buchse in der Nähe des Fahrersitzes haben müssen. Die Form und die Anschlussbelegung der 16-poligen Buchse wurde bereits im OBD-Einführungsartikel in der letzten Ausgabe veröffentlicht. Die hier beschriebene Schaltung

wird einfach an diese Buchse angeschlossen, am Fahrzeug braucht dafür nichts verändert zu werden. Der erforderliche J1962-Stecker (Bild 3) zum Anschluss an die Buchse im Fahrzeug ist nicht ohne weiteres erhältlich. Bei der in der Stückliste angegebenen Bezugsquelle gibt es aber einen Teile-Satz, mit dem man einen passenden Stecker selbst zusammenbauen kann. Bei eigenen Selbstbau-Versuchen muss man natürlich alles vermeiden, was zu Schäden an der OBD-Schnittstelle des Fahrzeugs führen könnte. So ist zum Beispiel von der Verwendung eines RJ11-Telefon-Steckers wegen möglicher Kurzschlüsse dringend abzuraten. Die Schaltung des OBD/RS232-Inter-



faces mit dem ELM323 ist in Bild 4 angegeben. Die Stromversorgung der Schaltung erfolgt über den OBD-Stecker von der Diagnosebuchse des Fahrzeugs aus. Die Bordspannung (Akkuspannung, nominal 14,4 V) liegt an Pin 16, Masse an Pin 5 des Steckers. Pin 16 ist über eine Verpolungsschutzdiode mit dem 5-V-Spannungsregler IC2 verbunden, einem 78L05, der für die geregelte Betriebsspannung der Schaltung sorgt und über seine Strombegrenzung die Schaltung schützt. Das Anliegen der 5-V-Spannung wird durch die LED D8 angezeigt. Die verbleibenden zwei Verbindungen zum Fahrzeug (OBD Pin 7 und 15) sind die beiden Datenleitungen, die in den Standards ISO 9141 und ISO 14230 beschrieben sind. Nach ISO 9141-2 wird Pin 7 der Buchse als K-Ausgang und Pin 15 als L-Ausgang bezeichnet, im Folgenden sprechen wir von der K-Leitung und der L-Leitung des OBD-Bus-Systems. Dem normgerechten Abschluss der Leitungen dienen die beiden NPN-

Transistoren, deren Kollektor-Widerstände als Pullup-Widerstände mit einem Wert von 510 Ω von den Normen vorgegeben sind. Die Schaltung erhält die Daten über die K-Leitung (Pin 7 der OBD-Buchse). Bevor sie zu Pin 11 des ELM323 gelangen, werden sie vom PNP-Transistor T3 invertiert. Diese Transistorstufe hat eine relativ hohe Schaltschwelle von 4 V und erhöht so den Störabstand im Vergleich zum CMOS-Eingang des ELM323 mit einer Schaltschwelle von 2,5 V. Die Transistorstufe sorgt auch für eine Impulsformung und verbessert mit ihrer Verstärkung die Flankensteilheit des Datensignals. Auf der PC-Seite der Schaltung sorgt ein sehr einfaches RS232-Interface für die Verbindung zwischen RxD (Pin 2) und TxD (Pin3) der 9-poligen Sub-D-Buchse (K2) mit Pin 5 und Pin 6 des ELM323. Diese Schaltung „stiehlt“ die Spannung vom Host-Computer, um die vollen RS232-Pegel ohne negative Hilfsspannung zur Verfügung zu haben.

Die Daten vom Computer gelangen über einen 47-k-Widerstand zur Strombegrenzung direkt zum Rx-Eingang (Pin 5) des ICs. R13 sorgt für einen definierten Pegel (Low) an Pin 5, wenn kein Computer angeschlossen ist. Das Senden der RS232-Daten von Pin 6 (Tx-Ausgang des ICs) erfolgt über den PNP-Transistor T4, der zwischen +5 V und der im Kondensator C3 gespeicherten negativen Spannung schaltet, so dass der Pegel zwischen +5 V (High) und etwa -5,1 V (Low) wechselt. Der Kondensator wird über die TxD-Leitung des Computers auf eine negative Spannung geladen. Obwohl diese RS232-Anbindung äußerst einfach ist, erfüllt sie einwandfrei ihren Zweck. Mit der Verbindung von Pin 4 des ELM232 nach V_{DD} (+5 V) wird der LF-Modus eingestellt, so dass bei jedem Senden eines CR-Zeichens automatisch ein Linefeed (LF) gesendet wird. Die vier LEDs an Pin 7 bis 10 zeigen an, ob Daten auf der OBD-Seite oder der RS232-Seite gesendet oder empfangen werden. Für je zwei LEDs (Tx und Rx) genügt ein gemeinsamer Vorwiderstand, da nie gleichzeitig gesendet und empfangen wird – der ELM323 kann kein echtes Multitasking. Der OBD-Bus

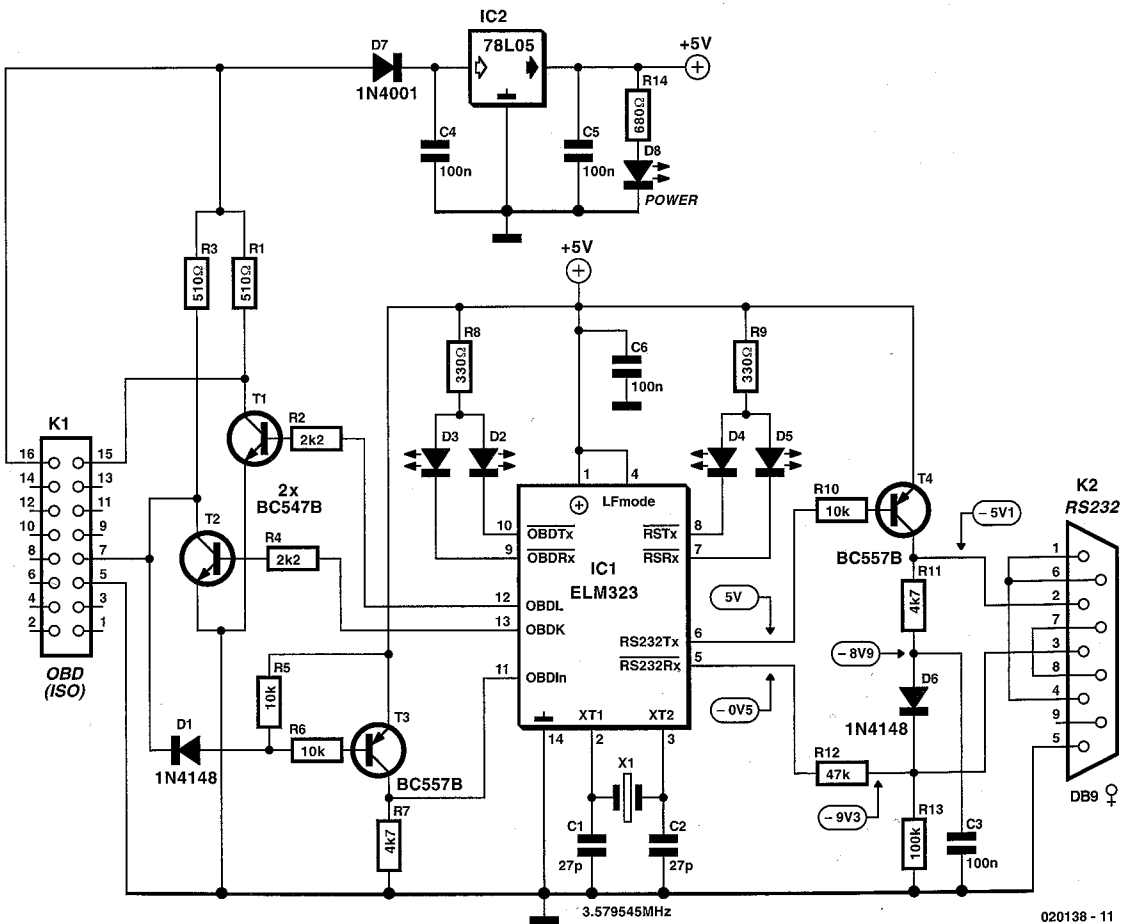


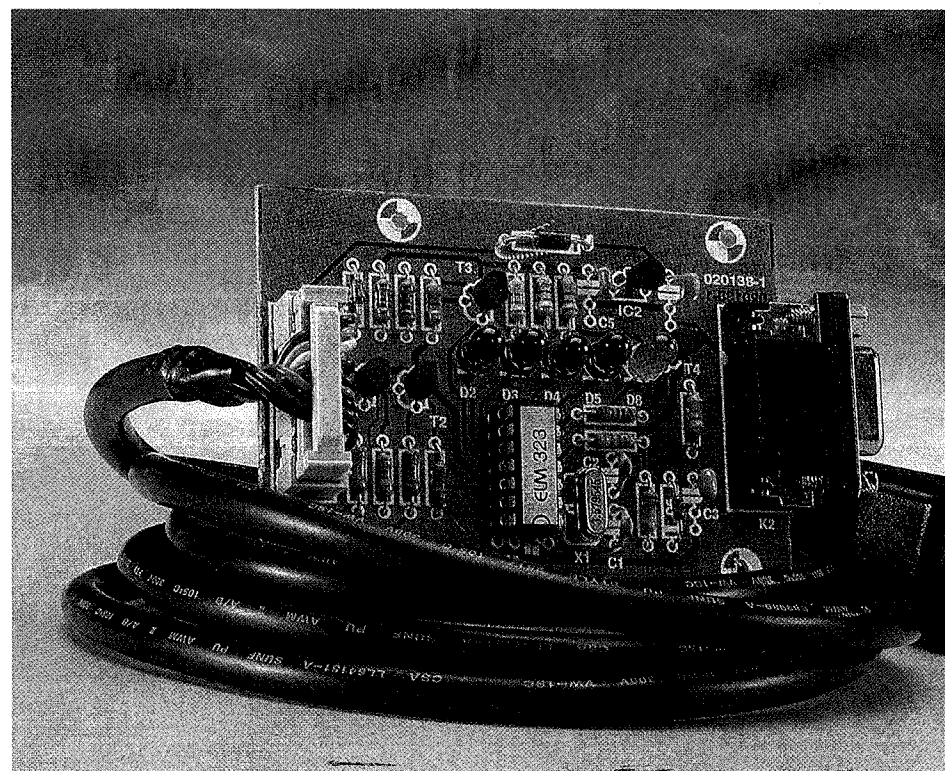
Bild 4. Die Interface-Schaltung zum direkten Anschluss an jede OBD-2-kompatible Diagnosebuchse.

Fahrzeug-Diagnose-Adapter

Interface zwischen OBD-2-Fahrzeug-Diagnosebuchse und seriellen PC-Port

Von Gerhard Müller

Wie bereits im einführenden Artikel über Fahrzeug-Diagnosesysteme der zweiten Generation (OBD-2) in der letzten Ausgabe zu lesen war, müssen neu entwickelte Fahrzeuge mit Otto-Motor seit Januar 2001 über eine einheitliche Diagnose-Schnittstelle verfügen. Diese Schnittstelle ist nicht ohne weiteres kompatibel mit einer PC-Schnittstelle. Sowohl Hardware (Pegel) als auch Software (Protokoll) erfordern eine Anpassung, für die das hier vorgestellte Interface mit einem Mikrocontroller sorgt.



Die Einführung der einheitlichen OBD-2-Diagnose-Schnittstelle ist einer EU-Richtlinie von 1998 zu verdanken, die für Fahrzeuge mit Fremdzündung (Otto-Motoren) ab Typzulassung 2000 und für Selbstzünder, also Diesel-Motoren, ab Typzulassung 2003 gilt. Der einheitliche Stecker kann drei verschiedene Protokolle zur Verfügung stellen, von denen in Europa hauptsächlich das ISO-Protokoll verwendet wird. Sowohl dieses Protokoll als auch die verwendeten Spannungspegel schließen eine direkte Verbindung des Fahrzeug-Diagnose-Steckers mit dem seriellen Port eines Computers aus. Das hier vorgestellte Interface basiert auf einem vorprogrammierten Mikrocontroller der kanadischen Firma Elm Electro-

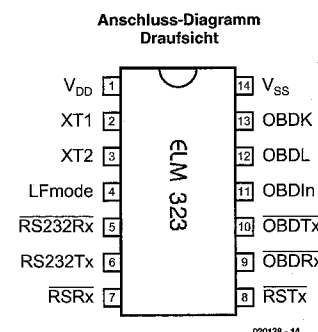


Bild 1. Anschlussbelegung des ELM323.

tics, dem ELM323. Dieses 14-polige IC benötigt nur wenige externe Bauteile, um die OBD-Signale zu interpretieren und in Standard-ASCII-Zeichen umzusetzen. Damit kann jeder PC, Laptop oder PDA mit serieller Schnittstelle und einem Terminal-Programm zur Anzeige und Speicherung benutzt werden. Darüber hinaus kann man sich natürlich auch ein komfortableres Diagnose-Programm vorstellen. Im nächsten Heft werden wir daher sowohl die Grundlagen zum Schreiben eines eigenen Programms diskutieren als auch ein fertiges Programm vorstellen, das die Basisfunktionen wie Fehlercodes auslesen und interpretieren, Fehlercodes löschen und die Echtzeit-Abfrage verschiedener Sensordaten beherrscht. Dieses Programm liegt im Quellcode in der Programmiersprache C vor und kann daher leicht auf verschiedene Betriebssysteme wie Linux, BeOS, QNX portiert werden, da als Compiler der frei verfügbare gcc-Compiler verwendet wird. Wir werden neben dem Quellcode auch eine für Windows-PCs kompilierte Version zum Download bereitstellen.

Der Wandler

Der ELM323 wurde speziell für Hobby-Anwender entwickelt, um einen preiswerten Zugang zu einem OBD2-Diagnosesystem zu ermöglichen. Um es einfach zu halten, wurden Funktionen wie RS232-Handshaking und variable Baudraten nicht implementiert. Der ELM323 ist für das 10,4-kHz-ISO-9141-Protokoll ausgelegt, das hauptsächlich europäische und asiatische Hersteller ver-

Technische Daten ELM323

Absolute Grenzwerte :

Lagertemperatur	-65 °C bis +150 °C
Umgebungstemperatur unter Spannung	-40 °C bis +85 °C
Spannung an V _{DD} (bezogen auf V _{SS})	0 bis +7,0 V
Spannung an jedem anderen Pin (bezogen auf V _{SS})	-0,6 V bis (V _{DD} + 0,6 V)

Elektrische Kennwerte

Soweit nicht besonders gekennzeichnet, beziehen sich alle Werte auf den Betrieb bei 25 °C und 5 V Betriebsspannung. Weitere Information siehe unter Anmerkung 1) unten.

Kennwert	Minimum	Typisch	Maximum	Einheit	Bemerkung
Betriebsspannung, V _{DD}	4,5	5,0	5,5	V	
VDD Anstiegsrate	0,05			V/ms	siehe Anmerkung 2
Mittlere Stromaufnahme, I _{DD}		1,0	2,4	mA	siehe Anmerkung 3
Low-Pegel, Eingang	V _{SS}		0,15 V _{DD}	V	
High-Pegel, Eingang	0,85 V _{DD}		V _{DD}	V	
Low-Pegel, Ausgang			0,6	V	Strom (Senke) = 8,7 mA
High-Pegel, Ausgang	V _{DD} - 0,7			V	Strom (Quelle) = 5,4 mA
Eingangsstrom, RS232Rx Pin	0,5		0,5	mA	siehe Anmerkung 4
RS232 Baudrate		9600		Baud	siehe Anmerkung 5

Anmerkungen:

- 1) Dieser integrierte Schaltkreis wird unter Verwendung des PIC16C505 von Microchip Technology Inc. als Core-Embedded Microcontroller hergestellt.
- 2) Der spezifizierte Wert muss für eine korrekte Reset-Funktion beim Einschalten eingehalten werden. Bei zu langsam ansteigender Betriebsspannung kann es daher Reset-Probleme geben.
- 3) Nur IC, ohne Lastströme.
- 4) Die Werte repräsentieren den Stromfluss durch die Schutzdioden, wenn hohe Spannungen am RS232Rx-Eingang (Pin 5) über einen strombegrenzenden Widerstand angelegt werden. Genannte Ströme sind dauerhaft erlaubte Maxima.
- 5) Nominale Datentransferrate, wenn der empfohlene 3,58-MHz-Quarz für den Taktozillator verwendet wird. Daten werden zum und vom ELM323 mit 8 Datenbits, keinem Paritätsbit und 1 Stoppbit (8N1) gesendet.

wenden.

Der serielle Ausgang arbeitet mit einer Baudrate von 9600 Baud. Für die von amerikanischen Herstellern bevorzugten Protokolle VPW und PWM sind bei Elm Electronics ebenfalls ICs erhältlich. Im Textkasten „Technische Daten“ sind die wichtigsten Spezifikationen des ELM323 zusammengefasst. Die Anschlussbelegung des ICs ist in Bild 1 und das Innenleben im Blockschema Bild 2 angegeben. Den einzelnen Anschlüssen sind folgende Funktionen zugeordnet:

V_{DD} (Pin 1)

Anschluss der positiven Spannungsversorgung, sollte die höchste Spannung in der Schaltung führen (Werte siehe Technische Daten). Eine interne Reset-Schaltung sorgt für einen Reset des Mikrocontrollers

beim Einschaltung der Versorgungsspannung (Power-up-Reset).

XT1 (Pin 2) und XT2 (Pin 3)

An diese beiden Pins wird ein 3,579545-MHz-Quarz angeschlossen (NTSC-Farbträgerfrequenz). Üblicherweise wird je ein Kondensator (typisch 27 pF) zwischen jeden Pin und Schaltungsmasse (V_{SS}) geschaltet.

LFmode (Pin 4)

Dieser Eingang wird zur Auswahl des standardmäßigen Zeilenschaltungs-Modus (LF - Linefeed) nach dem Einschalten oder einem System-Reset benutzt. Ist der Eingang High, werden vom ELM323 gesendete Zeilen mit Wagenrücklauf (CR - Carriage Return) und Zeilenschaltung (LF - Linefeed) abgeschlossen. Bei Low am Eingang werden Zeilen nur mit CR abgeschlossen. Dieses Verhalten kann auch softwaremäßig durch Senden entsprechender AT-Befehle (ATL0- oder ATL1) geändert werden.

kann die Sache auf sich beruhen lassen. Fast jeder Werkstatt-Test – ob vom ADAC oder einer der zahlreichen Automobilzeitschriften – hat bisher aufgezeigt, dass häufig selbst bei offensichtlichen, ganz trivialen Kabelunterbrechungen komplette Sensorsysteme ausgetauscht werden. Ein eigenes Diagnosetool kann sich daher schnell bezahlt machen. In **Tabelle 3** sind die im Modus 01 auslesbaren aktuellen Daten zusammengefasst.

Nicht alle Werte werden von jedem Fahrzeug zur Verfügung gestellt, schließlich hat zum Beispiel nicht jedes Fahrzeug vier Lambda-Sonden. Der berechnete Lastwert ist nicht die gerade vom Motor abgegebene Leistung, sondern eine dimensionslose Zahl, errechnet aus dem aktuellen Luftdurchsatz geteilt durch den höhenkorrigierten maximalen Luftdurchsatz. Mit einem Laptop können die Werte kontinuierlich aufgezeichnet und später wieder abgespielt werden. Die PC-Programme bereiten die Daten visuell als Plots (**Bild 8**) oder Instrumenten-Anzeigen auf. Mitunter ist es auch möglich, Trigger zu setzen, die bei Über- oder Unterschreitung bestimmter Werte die Datenaufnahme starten oder stoppen. Der schon genannte Freeze-Frame-Datensatz (Modus 02) umfasst in der Regel die gleichen Daten.

Mit dem Modus 04 kann ein aufgetretener Fehlercode zurückgesetzt, also gelöscht werden. Dabei ist zu beachten, dass damit auch so genannten Kalibrierdaten des Fahrzeug-Computers gelöscht werden. Kalibrierdaten sind Daten, die das Fahrzeug-Computersystem selbstständig sammelt, um die Bauteiltoleranzen der Geber und Sensoren und die Fertigungs- und Verschleiß-Toleranzen des Motors auszugleichen. Nach dem Löschen dieser Daten werden sie automatisch in den nächsten Fahrzyklen wieder neu generiert. Das heißt aber auch, dass man mit dem Fahrzeug nicht sofort zur fälligen AU fahren sollte, nachdem man Fehlercodes und damit auch den Kalibrierdatensatz gelöscht hat.

Zu guter Letzt noch ein Wort an jene, die sich mit Tuning am Fahrzeug-Computer mehr Leistung aus ihrem Fahrzeug erhoffen.

Die EU-Richtlinie bestimmt, dass die Hersteller dafür Sorge zu tragen haben, dass die „umprogrammierbaren Rechnercodes oder Betriebsparameter gegen unbefugte Eingriffe gesichert sind“. Dies geschieht meist durch Krypto-Verfahren und Vergießen der entsprechenden Chips der Motor-Elektronik. Die OBD-2-PC-Systeme enthalten daher keine Krypto-Verfahren.

(020138-1e)

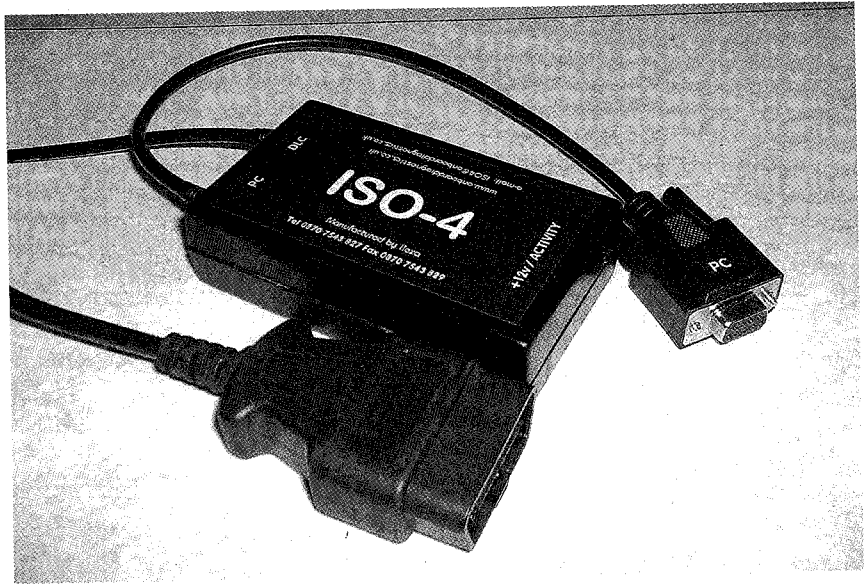


Bild 7. Adapter zur Fehlercode-Auswertung mit einem Palm-PC (Quelle Auterra, LLC, Escondido, Kalifornien)

Literatur- und Web-Hinweise:

[1] EU-Richtlinien EC70/220, EC98/69, EC99/102, ECE R83
http://europa.eu.int/index_de.htm

[2] ISO und SAE Normen
www.beuth.de

[3] Drittanbieter von OBD-2-Diagnosegeräten
www.actron.com

www.auterraweb.com
www.autoxray.com
www.abwc.net/accounts/quanta/
www.eichstaedt-electronics.com
www.obd2.com
www.obd-2.com
www.obd-2.de
www.kalequip.com
www.mavericktechnology.co.uk
www.snapon.com

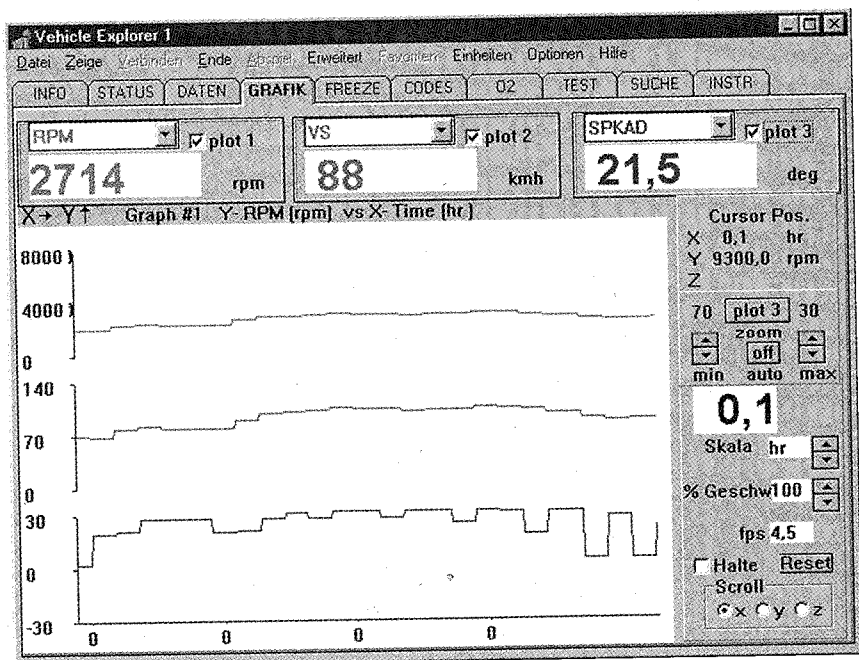


Bild 8. Die PC-Programme bereiten die Daten auch visuell in Diagrammen oder Instrumentenanzeigen auf.

Dekodierung von Fehlercodes nach SAE J2012

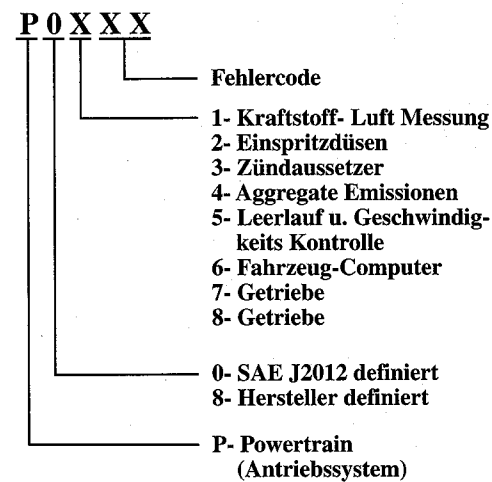


Bild 3. Nach SAE2012 genormte Fehlercodes (Quelle: Verfasser)

zeug eine Fehlfunktion aufgetreten ist. Das hilft dem normalen Autofahrer zwar auch nicht weiter, denn er kann die Fehlfunktion in der Regel nicht selbst beseitigen. Aber er hat vielleicht die Chance, die nächste kleine Werkstatt oder den Pannendienst anzufahren, anstatt sich erst bei seiner Vertragswerkstatt einen Termin geben zu lassen, was bei einer weiten Urlaubsfahrt



Bild 4. Typisches Handgerät zur Auslesung der Fehlercodes (Quelle: Actron Manufacturing Company, Cleveland, Ohio)

sowieso nicht möglich wäre. Zumindest kann möglicherweise dieses Unbehagen besänftigt werden, das von einer leuchtenden Kontrolllampe ausgeht, von der man nicht weiß, was sie bedeutet. Die Betriebsanleitung sagt nämlich nur lapidar: „Fahren Sie zur nächsten Werkstatt“.

Fehlfunktionen

Wann und warum leuchtet die Fehlfunktions-Lampe? Wie auch bei anderen Kontroll-Lampen üblich, leuchtet die „Malfunction Indikator Lamp“, im Folgenden kurz MIL genannt, beim Einschalten der Zündung auf und erlischt nach dem Start des Motors, wodurch eine Lampenkontrolle gegeben ist. Leuchtet sie während der Fahrt dauernd auf, liegt eine Fehlfunktion vor. Ein Blinken während der Fahrt bedeutet, dass die Motorelektronik Zündaussetzer detektiert hat, die durch die nun unverbrannten Benzindämpfe Richtung Auspuff zu Schäden am Katalysator führen können. Beide Signale der MIL führen meist dazu, dass die Motorelektronik in ein Notlaufprogramm umschaltet, um Schäden am Motor abwenden zu können. Erfassen die Lambdasonden nämlich zum Beispiel eine zu magere Gemischaufbereitung, kann dies zu schweren Motorschäden führen. Das Notlaufprogramm stellt zumindest die Fahrt zur nächsten Werkstatt sicher und soll weitere Folgeschäden verhüten. Mit Bordmitteln ist nun nichts weiter möglich, denn im Gegensatz zu den On-Board-Diagnosesystemen der ersten Generation, bei denen man das System zum Beispiel durch Setzen einer Brücke zwischen bestimmten Pins des Diagnosesteckers oder durch Betätigen von Schaltern am Zentralgerät zur Ausgabe von Fehlernummern bewegen konnte, ist dies bei OBD-2 nicht mehr möglich.

Hat man Glück, leuchtet die MIL nach einigen weiteren Fahrten plötzlich nicht mehr. Die Norm schreibt vor, dass sporadische Fehler, die innerhalb einer bestimmten Anzahl von

Fahrzyklen nicht wieder auftauchen, die MIL nicht einschalten beziehungsweise den Einschaltbefehl der MIL zurücksetzen. Gleichwohl bleibt in der Fahrzeug-Elektronik immer ein Datensatz gespeichert, der alle Daten der wesentlichen Sensoren zum Zeitpunkt eines Fehlereintritts als so genanntes „Freeze Frame“ umfasst. Dieser Freeze-Frame-Datensatz kann bei der nächsten Inspektion ausgelesen werden und Hinweise auf die Fehlerursache geben, auch wenn der Fehler schon lange nicht mehr besteht, da er intermittierend oder nur bei einer bestimmten Motorlast auftrat.

Fehlercodes

Der Aufbau der fünfstelligen Fehlercodes nach SAE J2012 beziehungsweise ISO DIN 15031-6 ist in Bild 3 dargestellt. Die Normung von OBD-2 schreibt den Fehlercodes, die zum Aufleuchten der MIL führen, die angegebenen festen Bedeutungen vor. Statt des Anfangsbuchstabens „P“ für „Powertrain“ (Fahrzeugantrieb) sind auch die Buchstaben „B“ für „Body“ (Fahrzeug-Aufbau), „C“ für „Chassis“ und „U“ für Netzwerk vorgesehen. Ist die zweite Stelle „0“, handelt es sich um einen genormten Fehlercode. Die Zahlen „1“ und „2“ stehen für vom Hersteller definierte Fehlercodes, wobei sich der Hersteller streng an die Normung halten muss. Eine „3“ ist für zukünftige Erweiterungen der Norm reserviert. Die dritte Stelle bezeichnet das überwachte System nach dem Schema in Bild 2. Die beiden letzten Stellen geben schließlich Auskunft über den vorliegenden Fehler, wobei die zu den Zahlen korrespondierenden Klartext-Beschreibungen der Norm entnommen werden können. So bedeutet beispielsweise „P0133“, dass die Lambdasonde Bank 1 Sensor 1 ein zu langsames Antwortverhalten hat.

Auslesung

Welche Möglichkeiten gibt es, um Fehlercodes auszulesen? Wie bereits in Tabelle 2 angegeben, gibt es nicht nur drei verschiedene Übertragungsprotokolle, die je nach Fahrzeug-Hersteller am OBD-2 Stecker zur Verfügung stehen können, sondern auch das Problem, dass keines

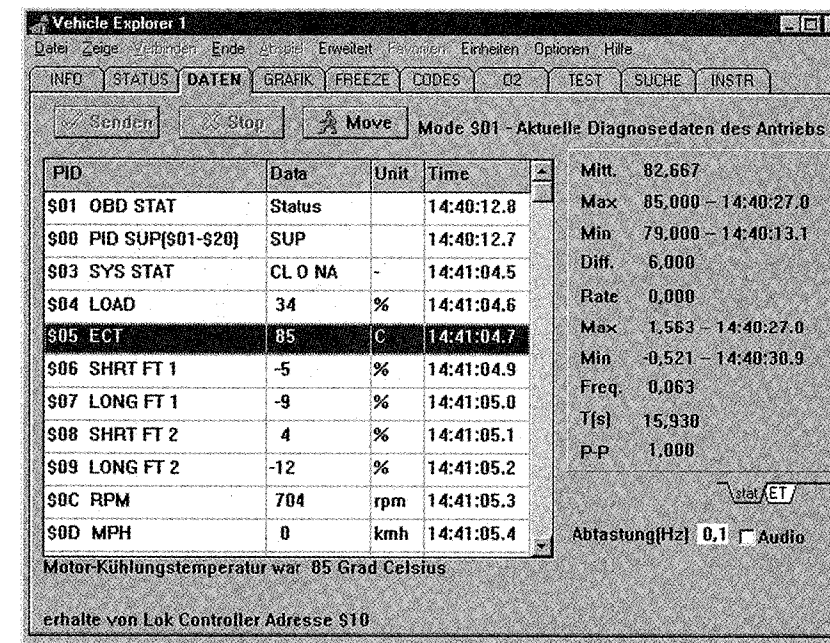


Bild 5. Die Fehlercode-Auslesung ist mit speziellen Programmen wie „Vehicle Explorer“ auch auf dem PC möglich.

dieser Protokolle zu gängigen Protokollen wie zum Beispiel dem Handshaking-Protokoll an der seriellen Schnittstelle eines Computers kompatibel ist. Neben den teuren Analysegeräten, die Fahrzeug-Hersteller ihren Vertragswerkstätten zur Verfügung stellen, gibt es zunehmend preiswertere Geräte von Drittanbietern. Dabei handelt es sich entweder um eigenständige Handgeräte, die meist nur in der Lage sind, Fehlercodes auszulesen, oder um Adapterkabel, die zusammen mit einer entsprechenden

PC-Software mehr leisten können. Der OBD-2-Stecker stellt nämlich noch viel mehr als nur Fehlercodes zur Verfügung. Ein typischer Vertreter der Handgeräte ist das Kal KM9040 (Bild 4), das, wie die meisten Geräte dieses Typs, Fehlercodes im Fahrzeug-Computer auch löschen kann. Die Preise liegen bei etwa 500 bis 2000 Euro. PC-Softwarelösungen (Bild 5) in Verbindung mit einem Adapterkabel (Bild 6) sind inzwischen sogar für Palm-Computer (Bild 7) erhältlich. Preiswerte Systeme gibt es bereits

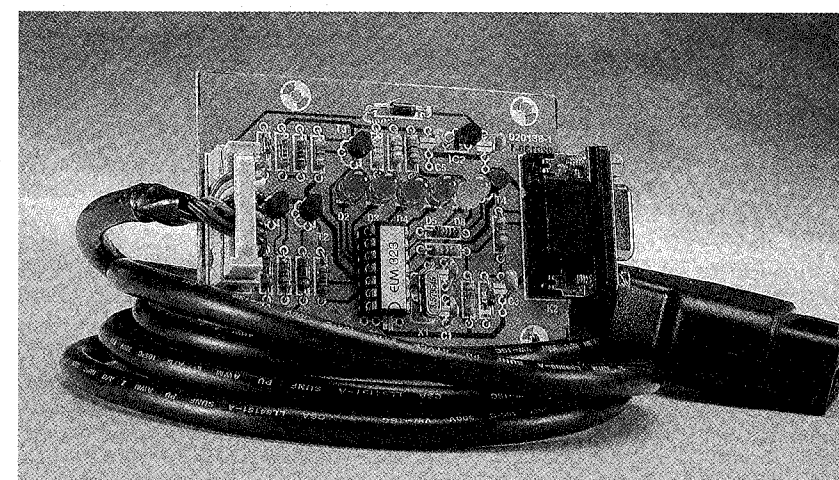


Bild 6. Neben der PC-Software benötigt man an Hardware ein dazu passendes Adapterkabel, das einen Mikrocontroller als Schnittstellenwandler enthält (Quelle: Verfasser).

ab etwa 150 Euro. Damit wird es schon erschwinglich, in der Fahrzeug-Elektronik zu surfen, denn diese Lösungen bieten meist die gesamte verfügbare Daten-Palette am OBD-2 Stecker zum Auslesen an. Diese Daten-Palette umfasst nach der Norm 9 verschiedene so genannte Modi:

- 01 zeigt die aktuellen Daten
- 02 zeigt die sog. Freeze Frame Daten
- 03 zeigt die Fehlercodes
- 04 löscht Fehlercodes und gespeicherte Werte
- 05 zeigt die Selbsttest-Resultate der Lambdasonden
- 06 zeigt die Selbsttest-Resultate nicht kontinuierlich überwachter Systeme
- 07 zeigt die Selbsttest-Resultate kontinuierlich überwachter Systeme
- 08 spezieller Kontroll-Modus
- 09 Abfrage von Fahrzeug-Information wie z.B. Softwarestand, VIN

Nicht jedes Fahrzeug unterstützt hingegen jeden Modus. Innerhalb des jeweiligen Modus dienen Parameter-Identifikationen (PID) als hexadezimale Zahl zur Fragestellung an den Fahrzeug-Computer. Mit dem Senden der Bytefolge 01 00 wird beispielsweise abgefragt, welche Fragen der Fahrzeugcomputer beantworten kann beziehungsweise welche Daten er auf Anfrage liefert. Nach Wahl des Modus, in diesem Beispiel 01, bestimmt PID 00 immer, welche weiteren Kommandos in diesem Modus verstanden und beantwortet werden. Damit sind wir auch schon mitten in den Protokoll-Internas, die für den Anwender fertiger Software-Produkte ohne Belang sind. Der damit gezeigte, relativ einfache Aufbau des OBD-2 Protokolls macht es aber auch möglich, mit etwas Programmier-Erfahrung selbst ein Programm zu schreiben. Was fehlt, ist die Umsetzung der OBD-2-Übertragungsprotokolle (41,6 kHz bei PWM, 10,4 kHz bei VPW und ISO 9141) auf zur seriellen Schnittstelle des PCs kompatibles Protokoll. Auch dafür sind zum einen fertige Adapter-Kabel erhältlich, zum anderen werden heute auch schon programmierte Mikrocontroller (zum Beispiel auf Basis der PIC-Familie) angeboten, die mit einer einfachen zusätzlichen Schaltung einen Adapter-Selbstbau ermöglichen. Die Vorstellung eines derartigen Projektes erfolgt demnächst in einem weiteren Artikel.

Lohnt es sich?

Wer schon einmal für viel Geld eine neue Lambdasonde eingebaut bekommen hat, der kann sich entweder fragen, ob es wirklich die Sonde oder nur ein loser Stecker war, oder er

„codes.dat“ und „scantool.dat“ müssen sich im gleichen Verzeichnis wie das Programm „scantool.exe“ befinden. Sie werden beim Start des Programms mit geladen. Die Datei „codes.dat“ enthält immerhin die Beschreibung von 3107 Fehlercodes im Klartext und deckt damit sowohl alle genormten Fehlercodes als auch eine große Zahl herstellerspezifischer Fehlercodes ab. Zusätzlich ist in dieser Datei noch ein Datenfeld für Hinweise zur Beseitigung eines eventuell ausgelesenen Fehlers vorgesehen, das jedoch noch unbenutzt ist. Auf der entsprechenden Seite „Fehlercodes“ des Programms (Bild 3) kann man mit Anwahl von „Simuliere“ eine Auswahl der hinterlegten Fehlercode-Texte sehen. Das tatsächliche Auslesen der Fehlercodes erfolgt mit dem Button „Lese“, wonach auch der Zustand der Fehlerlampe neben eventuellen Fehlercodes angezeigt wird. Der Button „Lösche“ zum Löschen von Fehlercodes löst vorschriftgemäß erst eine Sicherheitsabfrage aus, bevor tatsächlich gelöscht werden kann. Zur Systematik der Fehlercode-Alphanumerik wird auf die vorherigen Artikel und die am Artikelende angegebenen Internet-Seiten verwiesen, der zugehörige Klartext ist ebenso selbsterklärend wie die Bezeichnungen der Sensoren im Sensordaten-Screen. Eine Ausnahme bildet bei letzterem vielleicht die Bezeichnung „Einspritz-Status“, womit der Zustand der Katalysator-Regelung gemeint ist. Dieser kann die Werte „LOOP OFFEN“, „LOOP GESCHLOSSEN“ und einige Fehlerzustände annehmen. Die Katalysator-Regelung befindet sich nämlich beim Kaltstart des Fahrzeugs zunächst in einem offenen Loop, das heißt, die Lambdasonden sind noch kalt und liefern daher noch keine verwertbaren Signale, so dass eine Regelung nicht möglich ist (offene Regelschleife). Der so genannte geschlossene Loop (geschlossene Regelschleife) wird erst bei Betriebstemperatur der Lambdasonden erreicht, und zwar relativ schnell, wenn - wie heute allgemein üblich - fremdbeheizte Lambdasonden vorhanden sind. Die Datei „scantool.dat“ enthält die Bitmaps der verwendeten Grafiken und Buttons, deren Farbpalette sowie die verwendeten Fonts. Zur einfacheren Portierung in andere Landessprachen ist vorgesehen, in einer weiteren Zusatzdatei die Textstrings, die sich zurzeit noch im Hauptprogramm befinden, zusammenzufassen, so dass bei Übersetzungen in andere Sprachen nur diese drei Zusatzdateien bearbeitet werden müssen. Beide „*.dat-Dateien“ sind in einem gepackten Format und lassen sich mit dem Tool „Grabber“ aus dem Allegro-Paket bearbeiten. Somit besteht zum Bei-

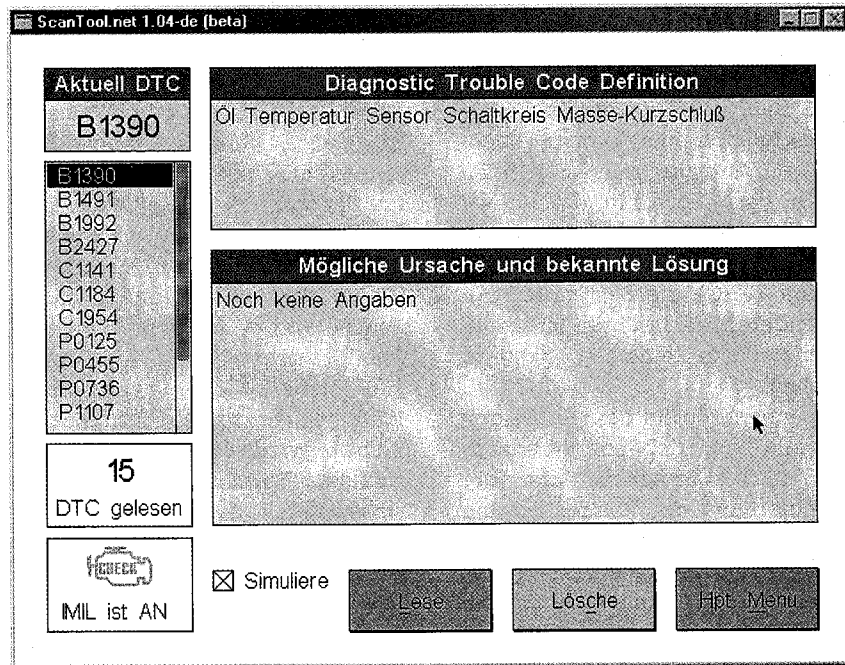


Bild 3. Fehlercode-Anzeige und Beschreibung.

spiel die Möglichkeit, ohne eine Neukompilierung der Software das oben erwähnte, noch leere Datenfeld „Mögliche Ursache und bekannte Lösung“ für den Fehlercode-Bereich in der Zusatz-Datei „codes.dat“ nach eigenen Erfahrungen auszufüllen. Weitere Hinweise zur Programmierung eigener Erweiterungen oder

gar zum Schreiben eines neuen Programms würden den Rahmen des vorliegenden Beitrags sprengen. Der Quellcode des Programms ist aber so gut kommentiert und modular aufgebaut, dass auch Gelegenheits-Programmierer damit keine Mühe haben dürften. Dazu notwendige aktuelle OBD-2-Informationen lassen sich im Internet finden, wie zum

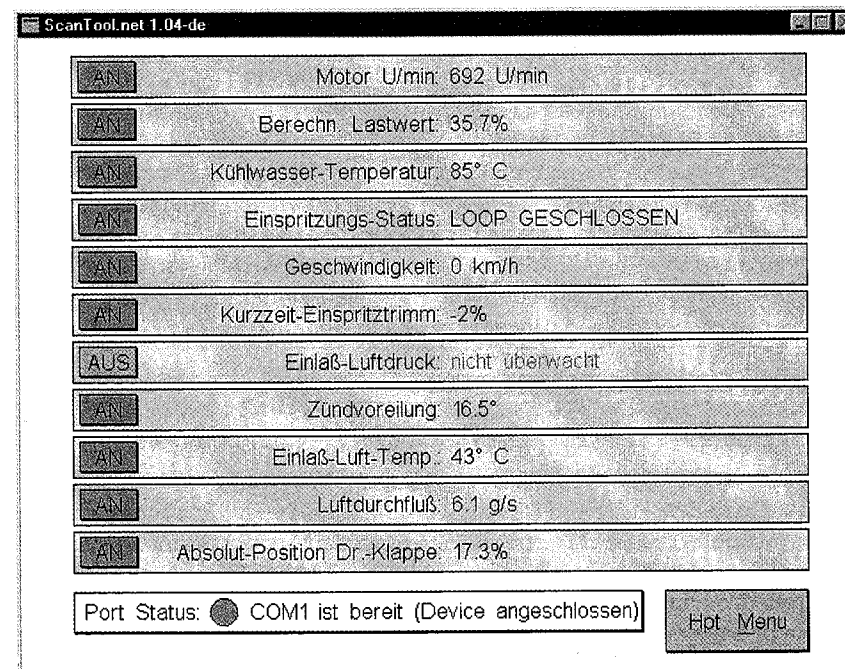


Bild 4. Sensordaten-Seite des Programms Scantool.net.

Beispiel bei <http://www.obd-2.de> unter „Technische Informationen“. Eine zusammenfassende und ergänzende Dokumentation hierzu wird zusammen mit den beiden Programmversionen und dem Quellcode auf dem Elektor-Website zum Download bereitgestellt. Die bereits erwähnten Weiterentwicklungen des Programms zielen darauf ab, die noch fehlenden Funktionen zu erstellen und in absehbarer Zeit auch eine Linux-Version zu haben. Bei eigenen Modifizierungen sollte die übliche GNU-Lizenzierung für freie Software beachtet werden.

Praktische Hinweise

Man hüte sich davor, zu glauben, dank der Fehlercode-Anzeige und -Beschreibung wäre die Reparatur jetzt ein Leichtes. Der Austausch eines als problematisch erkannten und meist teuren Sensors kann vermieden werden, wenn man zunächst eine systematische Fehlersuche vornimmt. Sind Anschlusskabel und -stecker intakt? Viele Fehlercode-Beschreibungen enthalten hier

bereits Hinweise auf Kabelbruch oder Schluss nach Masse oder Bordspannung. Ist die Fehlermeldung etwa die Folgeerscheinung eines Fehlers in einem anderen Bereich? Ein Kandidat für diesen Fall ist zum Beispiel ein defekter Luftmengenmesser, der zu einer fehlerhaften Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches führt, was wiederum die Lambdasonden übel nehmen. Viel Zeit, Mühe und vielleicht unnötige Ausgaben lassen sich sparen, wenn man sich die Werkstatt-handbücher des Herstellers beschafft. Diese enthalten nämlich Schrittfolgepläne, anhand derer sich der Fehler sicher eingrenzen lässt. Aber auch dem, der sein Auto lieber zur Reparatur in die Werkstatt gibt, kann das eigene Auslesen der Fehlercodes behilflich sein, zu entscheiden, ob man es nun gleich reparieren lässt oder noch ein paar Tage damit zur Arbeit fahren kann. Bestimmte Fehler wie Zündaussetzer oder zu mageres Gemisch können nämlich zu teuren Folgeschäden führen, die eine sofortige Reparatur ratsam erscheinen lassen. In jedem Fall

führt das dann eingeschaltete Notlaufprogramm des Motor-Steuergeräts zu einem unwirtschaftlichen Betrieb. Die „wertneutrale“ Auslegung des Fehlerspeichers kann auch dabei helfen, unnötige Reparaturen zu vermeiden. Wie Werkstatt-Tests immer wieder beweisen, ist es sicher nicht verkehrt, getreu dem altbekannten Motto „Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser“ auf eine eigene OBD-Daten zurückgreifen zu können.

020138-3e

Literaturhinweise:

- Fahrzeug-Diagnosesysteme: In der zweiten Generation mit genormter Schnittstelle (OBD-2). Von Gerhard Müller in: Elektor Oktober 2002, S. 38
- Fahrzeug-Diagnose-Adapter: Interface zwischen OBD-2-Fahrzeug-Diagnosebuchse und seriellen PC-Port. Von Gerhard Müller in: Elektor November 2002, S. 16
- Kommunikation mit dem ELM232. Von Gerhard Müller in: Download-Datei 020138-12 zu Elektor Oktober 2002 bei www.elektor.de

Weblinks:

- <http://www.obd-2.de/techn.html>
- <http://www.scantool.net>

Tacho-Manipulation und Diagnose-Systeme

Nicht nur der ADAC vermutet, dass viele Gebrauchtwagenverkäufer ihr Fahrzeug durch Tachomanipulationen auf jung trimmen, um so einen höheren Verkaufspreis zu erzielen. Nach Schätzungen der Sachverständigenorganisation DEKRA soll bereits jedes dritte Fahrzeug einen manipulierten Kilometerzähler aufweisen. In Kleinanzeigen und im Internet bieten „Tacho-Justierer“ ihre Dienste an, die darin bestehen, mittels Laptop und der nötigen Software in wenigen Minuten den vom Kunden gewünschten Kilometerstand auf dem elektronischen Tacho einzustellen. Als Elektroniker und Elektor-Leser fragt man sich da natürlich sofort, ob sich ein gefälschter Kilometerstand nicht durch den Vergleich mit Daten aus dem Diagnosesystem nachweisen lässt. Tatsächlich ist es so, dass schon in der Vergangenheit bei einigen Herstellern zum Beispiel die Daten der Service-Intervall-Anzeigen eine Diskrepanz zum Tachostand aufzeigen konnten oder im elektronischen Tacho gespeicherte Fahrzeugdaten nicht mehr stimmten, wenn der Tacho komplett ausgetauscht wurde. Aber erst in jüngster Zeit wird der Kilometerstand zusätzlich zum Tacho auch in anderen Steuergeräten gespeichert – etwa in einem Lichtmodul, einer Getriebesteuerung, im ABS oder sogar im elektronischen Schlüssel-system. Seit 2001 sind solche Sicherheits-Maßnahmen bei den meisten europäischen Herstellern bereits Serienstand, nicht jedoch bei Produzenten aus Fernost. Bei neueren Fahrzeugen mit OBD-2 enthalten PID 21 und 31 (Erweiterungen der Parameter IDentifications) solche zusätzlichen Informationen über den Kilometerstand. Wer nun aber meint, mit derartigen Maßnahmen wäre es endlich möglich, den Tacho-Betrügern das Handwerk zu legen, der wird

bei einem Streifzug durchs Internet schnell eines Schlechteren belehrt. Auf Websites von so genannten Tachoservice-Firmen kann man nachlesen, in welchen Fahrzeugen welche Daten dem justierten Kilometerstand angeglichen werden müssen, damit der Schwindel nicht auffällt. Mit der Preisgabe dieser Details soll dem potentiellen Kunden vermittelt werden, dass „der Nachweis der Manipulation am Tacho nahezu ausgeschlossen ist, wenn mit aktuellster Technik und dem entsprechenden Können gearbeitet wird“. Leider entspricht dieser Anspruch wohl der Realität. Kostet eine „einfache“ Tachorückstellung etwa 100 €, so führt der erhöhte Sicherheitsaufwand mit versteckt gespeicherten Zählerständen nur dazu, dass der ebenso erhöhte Aufwand für die Gegenmaßnahmen derzeit noch mit 800 € zu entgelten ist. Und wenn in drei Jahren die Leasingauto-Fahrer in Scharen zum „Eichen“ anrücken, sind es bestimmt keine 200 € mehr... Einfacher wäre dem Problem beizukommen, wenn es wie in einigen anderen Ländern möglich wäre, über zentrale Datenbanken den Fahrzeugstatus zu überprüfen. Wenn Daten über Untersuchungen (AU, HU), Inspektionen, Halterwechsel, Versicherungsschäden und Unfallmeldungen zusammengeführt und ausgewertet werden können, ist es sehr viel leichter, Betrügern auf die Schliche zu kommen. Der Schutz der Privatsphäre durch den deutschen Datenschutz ist ein hohes Gut, von dem leider auch Täuscher und Fälscher profitieren. Allerdings sollte man die Wirksamkeit technischer Maßnahmen auch nicht ganz unterschätzen. Die von der Versicherungswirtschaft (und nicht vom Gesetzgeber) durchgesetzte elektronische Wegfahrsperre lässt sich zwar „mit aktuellster Technik und dem entsprechenden Können“ auch noch aushebeln, hat aber trotzdem dazu geführt, dass heute sehr viel weniger Autos gestohlen werden.

(Red.)