



Datenblatt

WBH-Diag Pro

Firmwareversion 2.3

Datenblattversion 1.9

März 2013

Florian Schäffer

<http://www.blafusel.de>

<http://www.obd2-shop.eu>

1	EINFÜHRUNG	3
1.1	Wichtige Hinweise	3
1.2	Einsatzgebiet.....	3
1.3	Funktionsübersicht.....	3
1.4	Weiterführende Informationsangebote/Hilfen	4
2	TECHNISCHE DATEN.....	5
2.1	Blockdiagramm und Pinout	5
2.2	Beschreibung der Anschlußpins.....	6
2.3	Elektrische Eigenschaften	6
3	FUNKTIONSBESCHREIBUNG	8
3.1	Kommunikation mit WBH-Diag Pro	8
?	[Hilfe]	8
3.2	AT-Befehle	9
ATAn	[Analogwert]	9
ATBDTnn	[BlockDelayTime].....	9
ATDnn	[Dial]	9
ATH	[Hang Up]	10
ATI	[Information]	10
ATIBTnn	[InterByteTime].....	10
ATNn	[Verbindungsgeschwindigkeit]	10
ATPnx	[Ausgangspin schalten]	11
ATZ	[Reset]	11
3.3	Kommandos zur Fahrzeugdiagnose.....	11
00	[Gerätekenndaten].....	11
02	[Fehlercodes auslesen].....	11
03	[Stellglieddiagnose]	12
04nn 04nnx	[Grundeinstellung]	12
05	[Fehlerspeicher löschen]	13
07nnnnxxx 07nnnnxxxiiieeccccccc	[Softwarecodierung].....	13
08nn	[Messwertgruppen und Rohdaten auslesen]	13
09nn	[Einzelmesswert].....	15
10nnxxx 10nnxxxiiieeccccccc	[Kanal Anpassung]	15
11nnnnxxx 11nnnnxxxiiieeccccccc	[Login]	16
15	[Readiness Code]	16
4	BEISPIELSCHALTUNG.....	18
5	SPANNUNGSTEILER	20
ANHANG A: STEUERGERÄTE		21
ANHANG B: MEßWERTBERECHNUNGEN		22
ANHANG C: SOFTWARE HISTORY		23

1 Einführung

1.1 Wichtige Hinweise

Es wird keine Funktionsgarantie für die Software übernommen. Es wird keine Haftung für fehlerhafte Funktionen und deren Folgen (beispielsweise an Hard- und Software oder am Fahrzeug) übernommen.

Manipulationen an Steuergeräten im Fahrzeug können irreversible Schäden hervorrufen und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen. Führen Sie nur Funktionen aus, bei denen Sie sich über die Wirkung im klaren sind.

Konsultieren Sie immer das Original Reparaturhandbuch des Herstellers zur Interpretation von Fehlermeldungen und um erlaubte Änderungsparameter in Erfahrung zu bringen.

Die Informationen im vorliegenden Handbuch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Alle Angaben ohne Gewähr. Der Autor kann für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

1.2 Einsatzgebiet

Mit dem neuen Protokollinterpreterchip WBH-Diag Pro wird die herstellerspezifische Fahrzeugdiagnose (OBD) bei Fahrzeugen aus dem VAG Konzern (VW, Audi, Seat usw.) preiswert, wesentlich vereinfacht und zuverlässiger, da unabhängig von der Hardware des Diagnosetools.

Herzstück ist ein Mikrocontroller, welcher die komplette Protokollsteuerung (KW 1281 und KW 2000, auch als „KW 2089“ bezeichnet) zum Fahrzeug kontrolliert. Die Software auf dem Diagnosetool muß sich weder um die zeitkritische Initialisierung, noch um die Protokollebene oder das Timing kümmern. Der μ C sorgt ebenfalls dafür, dass eine einmal aufgebaute Verbindung zum Fahrzeug aufrechterhalten bleibt. Vorbei sind die Zeiten, in denen Probleme beim Timing durch die Schnittstelle (z. B.

bei USB) zum Verbindungsabbruch führten oder erst gar keine Verbindung zum Fahrzeug zustande kommen ließen.

Bereits mit einem einfachen Terminalprogramm kann der Diagnosechip angesprochen werden und Fahrzeugdaten lassen sich abfragen. Dank der einfachen Befehlslogik lassen sich deshalb ohne hohen Aufwand und ohne Studium des KW1281 Protokolls individuelle Diagnoseprogramme schreiben, die für den jeweiligen Einsatzzweck optimiert sind. So ist es möglich, Software für jedes Betriebssystem (z. B. Windows, Windows Mobile, Unix, Apple) und jede Hardware (PDA, Laptop, CarPC usw.) zu erstellen. Als Softwareentwickler können Sie sich dann ganz auf die Funktionen Ihres Diagnosetools konzentrieren.

WBH-Diag Pro unterstützt ausschließlich das Protokoll KW 1281 und KW 2000 über die K- und L-Leitung.

1.3 Funktionsübersicht

Einführung

WBH-Diag Pro agiert als Protokollinterpret zwischen Diagnosetool und Fahrzeug.

Fahrzeugseitig wird er an die Diagnoseleitung(en) angeschlossen. Dies sind die K- und L-Leitung. Bei VAG können diese Leitungen entweder über den als VAG 2x2-Stecker bezeichneten Anschluß abgegriffen werden, der sich oft im Motorraum befindet oder über die genormte OBD II Buchse im Fahrgastraum.

Das Diagnosetool kommuniziert über eine serielle Schnittstelle (19.200 Baud, 8N1) mit dem WBH-Diag Pro Chip. So ist es möglich, den Chip an viele verschiedene Hardwarekonzepte anzuschließen: z. B. an den seriellen COM-Port eines PCs, die serielle Schnittstelle einer eigenen Mikrocontrollerapplikation oder via Bluetooth an einen PDA etc.

Gesteuert werden die Funktionen von WBH-Diag Pro über reguläre AT-Befehle,

die als Klartextzeichen vom Diagnosetool an den Chip gesendet werden. Mit diesen Befehlen kann der Chip konfiguriert werden oder die Verbindung zu einem Steuergerät im Fahrzeug wird aufgebaut etc.

Hat WBH-Diag Pro eine Verbindung zu einem Steuergerät hergestellt, können die folgenden Funktionen der Fahrzeugdiagnose genutzt werden:

- Meßwerte auslesen
- Einzelmeßwert auslesen
- Fehlercodes (DTCs) auslesen
- Fehlercodes löschen
- Readinesscode ermitteln
- Softwarekonfiguration
- Kanalanpassung
- Login
- Grundeinstellung
- Stellglieddiagnose

Zusätzlich können über sechs Eingänge analoge Spannungswerte unabhängig voneinander gemessen werden.

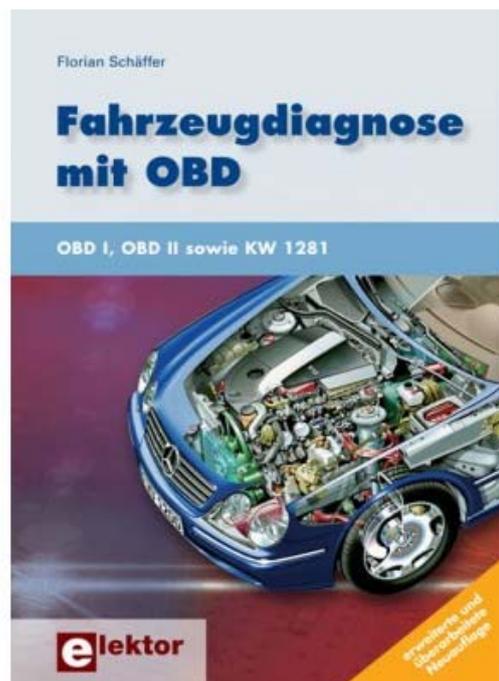


1.4 Weiterführende Informationsangebote/Hilfen

Ein Diskussionsforum finden Sie auf der Webseite <http://www.blafusel.de/phpbb/>. Lohnenswert kann auch ein Besuch der Webseite http://www.blafusel.de/misc/obd2_start.html sein.

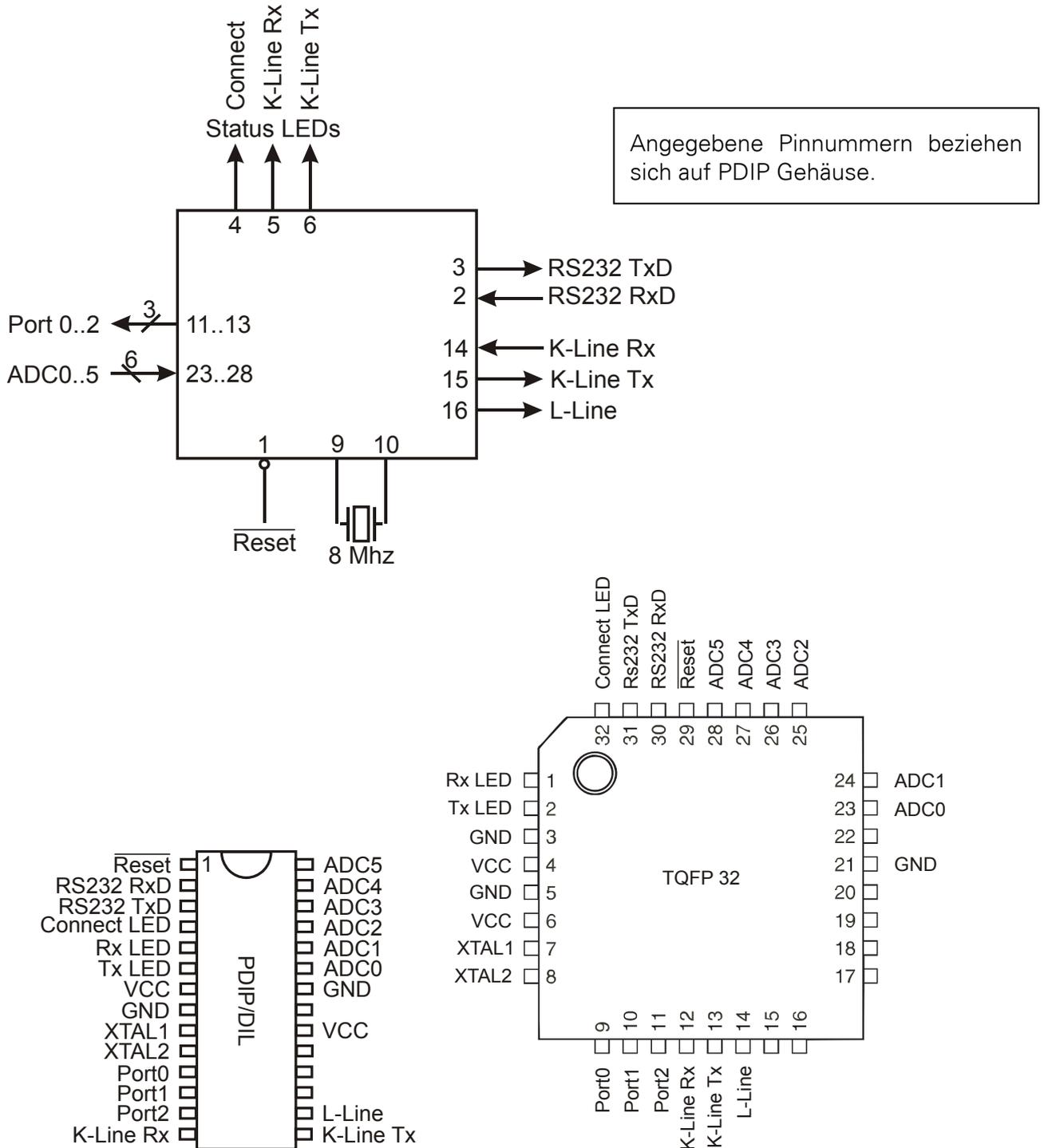
Für eine ausführliche Einführung in die Thematik sei auf Fachliteratur verwiesen. Beispielsweise:

Fahrzeugdiagnose mit OBD; OBD I, OBD II sowie KW 1281; Florian Schäffer; Elektor-Verlag; ISBN 978-3-89576-223-9.



2 Technische Daten

2.1 Blockdiagramm und Pinout



2.2 Beschreibung der Anschlußpins

/Reset (1)

Logisch Low an diesem Pin setzt den µC zurück. Wenn nicht benötigt, muß der Pin an logisch High Signal (VCC) angeschlossen sein.

RS232 RxD (2)

RS232 Daten-Eingang. Der Signalpegel ist analog zur Versorgungsspannung VCC (= High).

RS232 TxD (3)

RS232 Daten-Ausgang. Der Signalpegel ist analog zur Versorgungsspannung VCC (= High).

Connect LED (4)

Wie auch die anderen LED Pins kann dieser Pin eine LED direkt treiben. Unbenutzte Ausgänge bleiben unbeschaltet.

High an diesem Pin signalisiert, daß WBH-Diag Pro eine Verbindung zum Fahrzeug hergestellt hat und diese Verbindung aufrechterhalten bleibt.

K-Line Rx LED (5)

High signalisiert, daß Daten vom Fahrzeug empfangen werden.

K-Line Tx LED (6)

High signalisiert, daß Daten zum Fahrzeug gesendet werden.

VCC (7, 20)

Anschluß für die positive Versorgungsspannung. Beide Pins müssen angeschlossen werden.

GND (8, 22)

Anschluß für die Signalmasse. Beide Pins müssen angeschlossen sein.

XTAL1 (9), XTAL2 (10)

Ein 8,000 MHz Quarz muß an diese beiden Pins angeschlossen werden. Zusätzlich sind zum Quarz passende Kondensatoren (typischerweise je 22 pF) zwischen jedem Pin und Signalmasse (GND) einzubauen.

K-Line Rx (14)

Dies ist der Signaleingang für die Datenverbindung vom Fahrzeug (ausgekoppelte Daten auf der K-Leitung vom Fahrzeug kommend). Die Signalpegel müssen analog zur Versorgungsspannung sein (High = VCC).

K-Line Tx (15)

Datenausgang (K-Leitung) zum Fahrzeug. Wie bei allen Verbindungen zum Fahrzeug ist eine Signalanpassung an die ca. 12 V bzw. 24 V des Fahrzeuges notwendig.

L-Line (16)

An diesem Pin wird die L-Leitung angeschlossen. Die Leitung wird lediglich von einigen Fahrzeugen für die Initialisierung der Datenverbindung benötigt und kann unbeschaltet bleiben, wenn sie nicht benötigt wird.

ADC0..5 (23..28)

Sechs Analog/Digital Konvertereingänge. Je Eingang können Spannungen von 0 bis VCC gemessen werden. Kein Überspannungsschutz!

Port0..2 (11..13)

Digitaler Ausgang. Diese drei Ausgänge können auf Low (0 Volt) oder High (VCC) geschaltet werden.

2.3 Elektrische Eigenschaften

Der WBH-Diag Pro basiert auf dem Mikrocontroller AVR ATmega328 der Firma Atmel (siehe <http://www.atmel.com>). Und ist in einem PDIP und TGFP Gehäuse lieferbar.

Für weitergehende technische Informationen studieren Sie bitte das Datenblatt des Herstellers.

Technische Daten

Betriebstemperatur:	-40 °C bis +85 °C
Spannung je Pin mit Ausnahme von /Reset	-0,5 V bis VCC+0,5 V
Maximale Betriebsspannung	6,0 V
DC Strom je I/O Pin	40,0 mA
DC Strom VCC und Masse	200,0 mA
VCC	1,8 V bis 5,5 V

3 Funktionsbeschreibung

Die folgenden Ausführungen zeigen, wie man mit dem WBH-Diag Pro Chip kommuniziert. Es gibt zwei Gruppen von Befehlen:

- AT-Befehle zur Steuerung des WBH-Diag Pro. Mit diesen Kommandos konfigurieren Sie den Chip und steuern den Verbindungsaufbau zum Steuergerät im Fahrzeug. Diese

Befehle sind an den Hayes-Befehlssatz für Modems angelehnt und beginnen stets mit "AT".

- Diagnosekommandos mit denen Sie nach dem Verbindungsaufbau zum Fahrzeug Diagnosedaten abfragen können etc. Diese Kommandos beginnen stets mit einem zweistelligen Zahlencode für die Diagnosefunktion.

3.1 Kommunikation mit WBH-Diag Pro

Alle Befehle werden als ASCII Zeichen zwischen dem Diagnosetool und dem WBH-Diag Pro ausgetauscht. Sämtliche Zahlenangaben sind im hexadezimalen Zahlensystem. Alle Befehle müssen mit einem Zeilenumbruch (CR bzw. \r bzw. 0D_H) abgeschlossen werden. Ein zusätzlicher Zeilenvorschub (LF bzw. \n bzw. 0A_H) ist nicht erlaubt. WBH-Diag Pro erzeugt kein Echo der empfangenen Daten. Die eingehenden Zeichen werden also nicht zurückgesendet, um in einem Terminalprogramm o. ä. angezeigt zu werden. Das Terminalprogramm muß ggf. ein lokales Echo der Eingabe generieren, wenn Sie die Eingaben sehen wollen.

Mit dem WBH-Diag Pro wird über eine reguläre serielle RS232 Schnittstelle kommuniziert. Die Datenrate beträgt fix 19.200 Baud mit 8 Datenbits, keiner Parität und einem Stopbit (8N1).

Sobald der Chip korrekt mit der Versorgungsspannung verbunden ist, werden die drei Status LEDs in einem Lampentest zusammen zehnmal hintereinander schnell ein- und wieder ausgeschaltet. Anschließend meldet sich der Chip mit der folgenden Ausgabe betriebsbereit:

```
WBH-Diag Pro v2.0
>
```

Die erste Ausgabe ist ein CR, gefolgt von der Softwarekennung (mit CR) und dem Eingabeprompt. Das Auslesen dieser Information stellt für das Diagnosetool eine gute Möglichkeit dar, zu verifizieren, daß es sich um einen passenden Chip handelt und die serielle Verbindung korrekt konfiguriert

wurde. Zu diesem Zeitpunkt wurde noch keine Verbindung zum Fahrzeugdiagnosesystem aufgebaut.

Mit der spitzen Klammer (Größer-Als-Zeichen) signalisiert WBH-Diag Pro die Bereitschaft, neue Befehle entgegenzunehmen. Wurde ein Befehl korrekt abgearbeitet, gibt WBH-Diag Pro keine positive Antwort, sondern sendet lediglich wieder ein ">". Nur bei Kommunikationsfehlern zwischen Fahrzeug und WBH-Diag Pro (unzulässiger Wert oder Befehl) wird eine entsprechende Rückmeldung geliefert. Falsch geschriebene Befehle (Syntaxfehler) oder (derzeit) nicht erlaubte Anweisungen werden nur mit einem Fragezeichen quittiert:

```
?
>
```

Kommt es zu Verbindungsproblemen zwischen WBH-Diag Pro und dem Fahrzeug (z. B. weil das Steuergerät durch Abstellen der Zündung ausgeschaltet wird), erscheint spätestens nach 2 Sekunden die Fehlermeldung

```
DATA ERROR
>
```

Die Diagnoseverbindung ist danach getrennt und muß wieder aufgebaut werden (ATD) und die Konfiguration des WBH-Diag Pro wurde auf die Standardwerte zurückgesetzt.

?

[Hilfe]

Durch Eingabe eines einzelnen Fragezeichens erhalten Sie eine englischsprachige Auflistung aller Befehle inkl. Funktionsangabe.

3.2 AT-Befehle

Grundsätzlich wird die Groß-/Kleinschreibung bei diesen Befehlen nicht unterschieden. Zwischen den einzelnen Zeichen sind aber keine Leerzeichen o. ä. erlaubt. Es ist jederzeit möglich, AT-Befehle an WBH-Diag Pro zu senden.

ATA n [Analogwert]

Es wird eine Analog/Digital-Wandlung am Pin ADC0...5 durchgeführt, wobei n den Pin 0...5 bezeichnet. Der ausgegebene Wert liegt zwischen 0 und 1024 und entspricht einem analogen Spannungswert je nach Eingangsschaltung. Weitere Ausführungen im Kapitel Spannungsteiler.

```
>ATA2
0429
>
```

ATBDT nn [BlockDelayTime]

Die BDT (BlockDelayTime) legt die Pause zwischen zwei Kommunikationsblöcken in Millisekunden fest, die vom Programm abgewartet wird. Dies entspricht der Zeit P3 in der Norm ISO 14230. Ein Wert von etwa 20..80 für nn ist sinnvoll (erlaubt ist 00...FF_H). Der Standardwert beträgt 25.

Mit ATBDT? können Sie die derzeitige Einstellung abfragen.

ATD nn [Dial]

Baut eine Verbindung über das Diagnoseprotokoll zum Fahrzeug auf. Für nn muß die Steuergerätenummer angegeben werden. Beispielsweise ATD01 für das Motorsteuergerät oder ATD17 für das Kombiinstrument. Eine Übersicht der möglichen Steuergeräte und deren Nummer finden Sie im Anhang A: Steuergeräte.

Die Zündung muß eingeschaltet sein, ebenso einige Steuergeräte wie Radio, Klimaanlage und Standheizung. Ein Motorlauf ist nicht unbedingt erforderlich.

Die Ausführung des Befehls kann einige Sekunden in Anspruch nehmen. WBH-Diag Pro probiert nacheinander verschiedene Baudraten aus, um eine

Verbindung zum Fahrzeug aufzubauen (es sei denn, Sie haben mit ATN eine feste vorgegeben). Konnte keine Verbindung hergestellt werden, wird "ERROR" gemeldet:

```
>ATD0A
ERROR
>
```

Es besteht dann keine Diagnosedatenverbindung.

Bei Erfolg wird die Baudratenkennzahl n und die Protokollkennung x ausgegeben, mit der die Verbindung hergestellt wurde (siehe ATN): "CONNECT: $n.x$ ".

x	Protokoll
1	KW 1281
2	KW 2000

Ebenso werden die Steuergeräte-kenndaten ausgegeben, wie sie vom jeweiligen Steuergerät geliefert werden.

Die Daten werden von WBH-Diag Pro nur geringfügig interpretiert: Zeichen werden ungefiltert an die RS232 Schnittstelle gesendet. Hierbei kann es sein, daß ein Steuergerät die Daten in mehrere Blöcke aufteilt, die durch Zeilenumbruch (CR) getrennt sind. Wieviele Daten gesendet werden, ist Abhängig vom Steuergerät. WBH-Diag Pro interpretiert lediglich die Informationen zum Werkstattcode (WSC) und der Softwarecodierung (SWC). Diese werden durch die jeweiligen Abkürzungen am Anfang gekennzeichnet und werden ausnahmsweise im Dezimalsystem angegeben. Bei KW 2000 kommen noch die Angaben zum Importeur (IMP), eine zusätzliche Gerätenummer (EXT) und eine erweiterte Komponentenkennung (CID) hinzu. Die CID besteht aus ASCII Textzeichen und beginnt üblicherweise mit einem Leerzeichen und kann als Teil der ausgegebenen Bauteilbezeichnung gesehen werden.

Sobald alle Daten übermittelt wurden, wird ">" ausgegeben. Dies zeigt wie

Funktionsbeschreibung

immer die Bereitschaft an, weitere Befehle entgegenzunehmen.
Beispiel für KW 1281:

```
>atd17
CONNECT: 5.1
1J0920801E
KOMBI+WEGFAH
RS. BOO V25
SWC: 05141
WSC: 00426
Ident.-Nr. W
EGFAHRS.:VWZ
6Z0X1334096
>
```

Beispiel für KW 2000:

```
CONNECT: 5.2
06F906056GA
MED9.5.10      G00
CID: 9148
SWC: 00072
WSC: 32773
EXT: 31640
IMP: 031
>
```

Erst wenn mit ATD eine Verbindung zum Fahrzeug hergestellt wurde, können Diagnosedaten abgefragt werden. WBH-Diag Pro hält die Verbindung anschließend aufrecht (Keep-Alive) bis die Verbindung elektrisch oder per Befehl (ATH) getrennt wird. Es ist jederzeit möglich, WBH-Diag Pro mit einem anderen Steuergerät zu verbinden, in dem Sie erneut ATD nn benutzen. Besteht bereits eine Diagnoseverbindung, wird diese zuvor automatisch getrennt.

Die Aufrechterhaltung der Verbindung äußert sich im regelmäßigen Aufblicken der LEDs KW1281 Rx und KW1281 Tx. Sie müssen sich nicht um diese zyklische Kommunikation kümmern.

ATH [Hang Up]

Beendet eine bestehende Diagnoseverbindung zum Fahrzeug. Anschließend können keine Diagnosefunktionen mehr durchgeführt werden bis eine neue Verbindung aufgebaut wurde. Mit diesem Befehl wird auch das automatische Keep-Alive des WBH-Diag Pro beendet.

ATI [Information]

Gibt die Softwarekennung und die Version von WBH-Diag Pro aus. Diese Angaben entsprechen denen nach Anlegen der Betriebsspannung.

Es kann sinnvoll sein, diese Daten abzufragen, wenn die RS232 Verbindung erst nach Anlegen der Betriebsspannung hergestellt wurde. In diesem Fall konnte nämlich die anfängliche Softwarekennung auf Seite des Diagnosetools nicht ausgewertet werden.

ATIBT nn [InterByteTime]

Die IBT (InterByteTime) legt die Pause fest, die zwischen dem Empfangen und Senden eines Bytes vom Programm in Millisekunden eingehalten wird. Dies entspricht der Zeit P4 nach ISO 14230. Ein Wert von 10 hat sich bewährt und ist die Standardeinstellung. Bei Problemen im Verbindungsaufbau und während des Programmablaufs können Sie den Wert nn zwischen etwa 0..20 variieren (erlaubt ist 00...FFH).

Mit ATIBT? können Sie die derzeitige Einstellung abfragen.

ATN n [Verbindungsgeschwindigkeit]

Hiermit können Sie die Baudrate vorgeben, mit der WBH-Diag Pro sich mit einem Steuergerät verbinden soll wenn der Befehl ATD genutzt wird. Die Einstellung gilt bis zur nächsten Änderung, einem Reset oder dem Verlust der Betriebsspannung. Eine Vorgabe kann sinnvoll sein, wenn die Baudrate der Diagnoseverbindung bekannt ist und die sequentielle Suche mit der Standardvorgabe umgangen werden soll, um Zeit zu sparen oder weil es Probleme beim Verbindungsaufbau gibt.

Funktionsbeschreibung

Mögliche Parameter sind:

<i>n</i>	Funktion
0	Bei Verbindungsaufbau werden alle Baudraten durchprobiert (Standardeinstellung)
1	1.200 Bd.
2	2.400 Bd.
3	4.800 Bd.
4	9.600 Bd.
5	10.400 Bd.
?	Ausgabe der aktuellen Einstellung

Der Befehl liefert nicht die Baudratenkennzahl mit der eine ggf. derzeit existierende Diagnoseverbindung hergestellt wurde.

Beispiel für die Abfrage des aktuellen Wertes:

```
>atn?  
0  
>
```

Beispiel für eine Änderung:

```
>atn3  
>
```

ATPnX **[Ausgangspin schalten]**

Schaltet den angegebenen Ausgang auf 0 (0 V) oder 1 (VCC). *n* ist der Ausgangspin (0..2) und *x* gibt den Zustand an (0 oder 1). Per Default sind die Ports ausgeschaltet (0).

Beispiel, um Port 1 auf High zu schalten:

```
>atp11  
>
```

ATZ **[Reset]**

Setzt den WBH-Diag Pro auf die Standardwerte zurück. Eine ggf. existierende Diagnoseverbindung wird beendet. Anschließend wird die Softwareerkennung wie nach dem Anlegen der Spannung ausgegeben.

3.3 Kommandos zur Fahrzeugdiagnose

Mit den Kommandos zur Fahrzeugdiagnose können Sie Werte aus dem Steuergerät auslesen und ggf. auch ändern (schreiben). Nicht jedes Steuergerät unterstützt dabei immer alle Funktionen. Jedes Kommando besteht aus einem zweistelligen Zahlencode, dem ggf. weitere Angaben folgen. Sämtliche Antworten erfolgen in hexadezimaler Schreibweise (Groß-/Kleinschreibung beliebig). Die Kommandozahlen sind an die Bezeichner angepasst, die auch in den Unterlagen von VAG und bei deren Diagnosegeräten benutzt werden.

Sämtliche dieser Kommandos sind nur zulässig, wenn zuvor eine Verbindung zum Steuergerät aufgebaut wurde (ATD).

00 **[Gerätekenndaten]**

Liefert die Gerätekenndaten, wie sie auch beim Aufbau der Diagnoseverbindung (ATD) ausgegeben wurden.

```
>00  
074906018BK 2,51 R5 EDC  
0200  
SG 5115  
SWC: 00002  
WSC: 30004  
>
```

02 **[Fehlercodes auslesen]**

Hiermit lassen sich alle Fehlercodes (Diagnostic Trouble Code: DTC) vom Steuergerät abfragen. Je Zeile wird der Fehlercode und der dazugehörige Statuscode für die Fehlerursache (getrennt durch ein Leerzeichen) ausgegeben. Da bei größerer Fehleranzahl die Daten vom Steuergerät in Etappen gesendet werden, kann es zwischendurch zu kurzen Verzögerungen bei der Ausgabe kommen.

```
>02  
465A A3  
461E 23  
4620 23  
44AB 23  
406A 23  
>
```

Es sind fünf DTCs abgelegt. Die erste Angabe bedeutet, es wurde der de-

zimale Fehlercode 18010 mit dem Statuscode 163 abgelegt. Es gibt keine Möglichkeit, einzelne Fehlercodes oder den Zeitpunkt der Generierung abzufragen.

Für die Interpretation der Fehlercodes bemühen Sie bitte das Reparaturhandbuch oder eine der zahlreichen Webseiten zum Thema:

- Zahlreiche Fehlercodes in diversen Dateien und auch als Datenbank. Kostenlose Anmeldung notwendig: <http://tech.groups.yahoo.com/group/obd-2/>
- Englischsprachige Fehlercodes OBD II nach ISO/SAE und VAG-Spezifisch: <http://www.bentleypublishers.com/tech/audi/audi.dtc.table.htm>
- Deutschsprachige Fehlercodes VAG-Spezifisch und Statuscodes: <http://audi100.selbst-doku.de/Main/VAG-COM-Fehlernummern>

03

[Stellglieddiagnose]

Durch Aufruf dieser Funktion führt das Steuergerät (wenn unterstützt) einen Funktionstest angeschlossener Komponenten durch. Dies kann beispielsweise ein Lampentest oder die Bewegung eines Zeigers an der Instrumententafel sein.

Führen Sie die Stellglieddiagnose niemals bei einem fahrenden Fahrzeug durch, da dies die Fahreigenschaften beeinträchtigen kann (z. B. einzelnes Abbremsen der Räder).

Das Steuergerät quittiert die Stellglieddiagnose mit einem zweistelligen Code. Dieser Code gibt darüber Auskunft, welche Komponente angesteuert wurde und entspricht i. d. R. den Fehlercodes (siehe Kommando 02). Unterstützt das Steuergerät (derzeit) keine Stellglieddiagnose, meldet WBH-Diag Pro "NA".

Eine vollständige Stellglieddiagnose besteht aus dem mehrmaligen Aufrufen der Stellglieddiagnose so lange, bis das Steuergerät sequentiell alle

möglichen Komponenten geprüft hat. WBH-Diag Pro meldet dann "END". Sie können nicht eine bestimmte Komponente direkt prüfen, sondern nur den Test schrittweise durchlaufen. Zwischendurch können Sie theoretisch andere Funktionen aufrufen, diese können dann aber ggf. falsche oder vom Normalzustand abweichende Werte melden. Bei manchen Steuergeräten können Sie die Stellglieddiagnose beliebig oft nacheinander durchführen. Andere Geräte benötigen vor einem neuen Durchlauf eine Zündungsunterbrechung. Bei einigen Steuergeräten können Sie mit dem Kommando 00 die Stellglieddiagnose abbrechen (und anschließend wieder von Anfang an durchlaufen). Beispiel für eine vollständige Stellglieddiagnose:

```
>03
0296
>03
0297
>03
0512
>03
END
>
```

Das Steuergerät konnte drei Komponenten ansteuern, wobei es sich bei dem dritten Test lt. DTC-Liste um einen Warnleuchtentest Kombiinstrument handelt.

04nn

04nnx

[Grundeinstellung]

Hiermit können Sie vom Steuergerät Meßwerte für einzelne Gruppen abfragen. Die gelieferten Meßwerte und die Abfrage der Gruppen entsprechen dem Kommando 08 (weitere Erläuterungen siehe dort). Bei der Grundeinstellung erhalten Sie aber ggf. abweichende Werte, da das Steuergerät dabei versuchen kann, eine angeschlossene Komponente in die Grundeinstellung zu versetzen.

Bei KW 2000 ist der zusätzliche Parameter *x* notwendig. Dieser gibt an, ob nur die Meßwerte geliefert werden sollen (0) oder ob das Steuergerät die Grundeinstellung aktivieren

soll (1). Weiterhin sind bei KW 2000 nur die Gruppen 1...254 erlaubt.

05 [Fehlerspeicher löschen]

Hiermit löschen Sie sämtliche Fehlerspeicher. Dies betrifft nicht nur die Fehlercodes, sondern auch den Readinesscode, der dadurch zurückgesetzt wird, so daß er erst vom Steuergerät neu generiert werden muß. Ist die jeweilige Fehlerursache zuvor nicht behoben worden, kann es sein, daß gleich wieder neue Fehler im Speicher des Steuergerätes eingetragen werden.

Es findet keine Sicherheitsabfrage statt; dies ist Aufgabe des Scantools.

07 nnnnxxxx

07 nnnnxxxxiieecccccccc

[Softwarecodierung]

Jedes Steuergerät kann durch einen Codierungswert umprogrammiert werden. Dadurch können verschiedene Zusatzfunktionen aktiviert oder deaktiviert werden. Welche Funktionen dies sind und wie der dazugehörige Code aufgebaut ist, steht im Reparaturhandbuch des Fahrzeuges. Neben dem Wert für die Softwarekonfiguration wird auch noch der VAG Werkstattcode (WSC) gespeichert. Jeder VAG Betrieb nutzt einen eigenen, eindeutigen Code.

Der Softwarecode wird als vierstellige hexadezimale Zahlenangabe direkt nach dem Kommando 07 angegeben (nnnn). Anschließend folgt der ebenso lange Werkstattcode (xxxx).

Bei KW 2000 ist zusätzlich anzugeben: zweistellige Wert für den Importeur (ii), vierstellige Geräte-Nummer (eee) und die achtstellige erweiterte Komponentenbezeichnung (cccccccc) in Form von ASCII Werten. Die Komponentenbezeichnung wird ohne das beim Verbindungsaufbau ausgegebene führende Leerzeichen angegeben.

Akzeptierte das Steuergerät die Änderung, meldet es sich mit den gleichen Kenndaten, wie sie auch nach dem Verbindungsaufbau mit ATD ausgegeben werden. Für die Soft-

warecodierung und den Werkstattcode sowie ggf. für den Importeur werden dann die neu eingestellten Werte gezeigt.

Beispiel zur Konfiguration des Softwarecode 05141_D (1415_H) und des Werkstattcodes 00426_D (01AE_H):

```

>07141501ae
1J0920801E
KOMBI+WEGFAH
RS. BOO V25
SWC: 05141
WSC: 00426
Ident.-Nr. W
EGFAHRS.:VWZ
6Z0X1334096
>
```

Beispiel für KW 2000:

```

>07004880051f7b9839313438
06F906056GA
MED9.5.10          G00
CID: 9148
SWC: 00072
WSC: 32773
EXT: 31640
IMP: 031
>
```

Akzeptiert das Steuergerät die Parameter nicht, erfolgt keine Ausgabe und es folgt der Eingabeprompt.

08nn [Messwertgruppen und Rohdaten auslesen]

Hiermit können Sie die an ein Steuergerät angeschlossenen Sensoren und deren Meßwerte abfragen. Welche Werte und wieviele geliefert werden ist unterschiedlich. Die Daten werden in Blöcken à drei Werte geliefert. Die meisten Steuergeräte liefern pro Gruppe vier Meßwerte, aber auch weniger Meßwerte sind möglich.

Welche Meßwerte in welcher Gruppe und an welcher Position geliefert werden, ist je nach Steuergerät anders. Es werden nie alle Gruppen von einem Steuergerät unterstützt. Informationen hierzu müssen dem Reparaturhandbuch des Fahrzeuges entnommen werden.

Das Steuergerät kennzeichnet jeden Meßwert mit einer Kennzahl, die dann Rückschlüsse darauf zuläßt, wie aus den gelieferten Zahlen der Meß-

Funktionsbeschreibung

wert berechnet wird und in welcher Maßeinheit. Eine Übersicht der passenden Formeln etc. finden Sie im Anhang B. Eine Messwertbeschriftung der jeweiligen Daten ist nur bedingt aufgrund der Maßeinheit möglich.

Mit *nn* benennen Sie die gewünschte Meßwertgruppe. Bei KW 1281 ist der Bereich 0...255 und bei KW 2000 1...255 erlaubt.

```
>0802
07 64 31
01 C8 00
25 00 1E
2C 00 21
>
```

Die erste Zahl einer jeden Zeile ist die Kennzahl zur Meßwertberechnung. Die beiden folgenden Zahlenwerte werden im Anhang B als Byte A und Byte B bezeichnet und stellen den eigentlichen Meßwert dar.

Im Beispiel wird die Gruppe 2 abgefragt. Es wurden vier Meßwerte (je einer pro Zeile) für diese Gruppe geliefert. Der erste Block liefert dann einen berechneten Meßwert von

$$0.01 * A * B =$$

$$0.01 * 64_H * 31_H =$$

$$0.01 * 100_D * 49_D = 49 \text{ km/h}$$

Mit diesem Kommando können bei KW 1281 auch die die zehn Rohdatenmeßwerte, die oft als "Gruppe 00" bezeichnet werden, ausgelesen werden. Diese sind bei KW 2000 nicht verfügbar. Für die Abfrage muß für *nn* der Wert 00 angegeben werden. Jeder Datenwert der Antwort wird dann mit einem CR abgeschlossen. Die Bedeutung der Zahlenwerte ist dem Reparaturhandbuch des Fahrzeuges zu entnehmen.

```
>0800
B3
85
00
B9
FF
80
80
80
80
```

```
80
```

```
>
```

Es gibt auch einige wenige Steuergeräte, die eine sehr exotische Antwort liefern. Hierbei sendet das Steuergerät zuerst eine Lookup-Tabelle, die Meßwerte und Textzeichen enthält. In weiteren Abfragen können dann die Indexzeiger auf diese Tabelle und Berechnungswerte abgefragt werden. Der WBH-Diag Pro fasst diese zwei Abfragen automatisch zusammen und liefert zuerst die empfangene Lookup-Tabelle und anschließend nach einem Zeilenumbruch die (vier) Folgebytes. Wieviele Bytes die Lookup-Tabelle enthält ist unterschiedlich. Abfrage und Ausgabe sieht dann bspw. so aus:

```
>0804
88 F6 00
8D 01 4A
20 20 20
20 30 03
20 20 20
20 52 03
20 20 20
20 30 03
20 20 20
20 31 48
03 20 20
20 20 32
48 03 20
20 20 20
33 48 03
20 20 20
20 34 48
03 20 20
20 20 31
4D 03 20
20 20 20
32 4D 03
20 20 20
20 33 4D
03 20 20
20 20 34
4D 03 8E
01 00 86
01 00

0B 05 44
00
>
```

Die ersten 3 Bytes sind Berechnungswerte für den ersten Meßwert.

Funktionsbeschreibung

Die Bytefolge 8D 01_H (4. und 5. Byte) weist daraufhin, daß eine ASCII Lookup-Tabelle folgt (für den zweiten Meßwert). Diese besteht aus 74_D Bytes (6. Byte 4A_H). Diese Lookup-Tabelle liefert 11 Datenblöcke, die jeweils mit dem Wert 03_H abschließen. Der erste Datenblock (Byte 7...12) mit dem Indexwert 0 besteht aus den ASCII-Werten für " 0" (<blank> <blank> <blank> <blank> 0). Das End-Byte 03_H wird bei der Textkonvertierung nicht berücksichtigt.

Anschließend folgen 6 Bytes für den dritten und vierten Meßwert.

Mit Hilfe der vier zusätzlichen Bytes nach dem Zeilenumbruch können nun die Meßwerte berechnet und der anzuzeigende Text aus der Lookup-Tabelle bestimmt werden. Da die Lookup-Tabelle an zweiter Meßwertstelle gesendet wurde, ist das zweite Zusatzbyte für die Tabelle ausschlaggebend (05_H). Es wird also auf den Datenblock mit dem Index 5 verwiesen. Dies ist der sechste Datenblock, da mit 0 begonnen wird zu zählen. Dieser Datenblock repräsentiert im Beispiel den Text " 3H" (<blank> <blank> <blank> <blank> 3H).

09nn

[Einzelmeßwert]

Vereinzelt wird in den Reparaturhandbüchern die Abfrage eines Einzelmeßwertes für einen bestimmten Kanal *nn* durchgeführt. WBH-Diag Pro liefert entweder das Ergebnis (16-Bit Hexwert) oder "NA" wenn der Kanal für den angegebenen Einzelmeßwert nicht unterstützt wird. KW 2000 kennt diese Funktion nicht.

```
>0903
0286
>
```

10nnxxxx

10nnxxxxiiiiieccccccc

[Kanal Anpassung]

Die Kanal Anpassung ist ähnlich wie die Softwarekonfiguration dazu bestimmt, das Verhalten des Steuergerätes zu beeinflussen. Welche Funk-

tionen es gibt und wie der dazugehörige Code aufgebaut ist, steht im Reparaturhandbuch des Fahrzeuges.

Bei der Kanal Anpassung wird zwischen zwei Modi unterschieden: Geben Sie nur die Kanalnummer *nn* an, wird lediglich der Anpassungswert (Kanalwert) und ggf. die vier Meßwerte geliefert, die einige Steuergeräte bei einigen Kanälen anbieten. Die Meßwerte werden genau so interpretiert, wie die beim Auslesen einer Gruppe (siehe Kommando 08). Die Kanalzahl darf im Bereich von 0...99_D liegen, wobei dies nicht von WBH-Diag Pro geprüft wird.

Wird der gewählte Kanal vom Steuergerät nicht unterstützt, informiert Sie der Hinweistext "NA" darüber.

Abfrage von Kanal 11_D (wird bei diesem Steuergerät unterstützt, liefert nur den Anpassungswert (128_D), keine Meßwerte):

```
>100b
0080
>
```

Abfrage von Kanal 50_H (wird exemplarisch nicht unterstützt):

```
>1050
NA
>
```

Abfrage des beispielhaft vorhandenen Kanals 1, der neben dem Anpassungswert auch weitere Meßwerte liefert:

```
>1001
0080
01 32 00
01 32 7F
25 00 0E
25 00 10
>
```

Um den Anpassungswert eines Kanals zu modifizieren, geben Sie zusätzlich zur Kanalnummer *nn* noch den neuen Kanalwert *xxxx* an. Bei KW 2000 ist zusätzlich anzugeben: zweistellige Wert für den Importeur (ii), vierstellige Gerätenummer (eee) und die achtstellige erweiterte Komponentenbezeichnung (cccccccc) in Form von ASCII Werten. Die Komponentenbezeichnung wird ohne das beim Verbindungsaufbau ausgegebene führende Leerzeichen angegeben. Wird der neue Anpassungswert akzeptiert, erscheint der Eingabeprompt. Erfolgreiches Speichern des Wertes 0180_H im Kanal 2:

```
>10020180
>
```

Ist der angegebene Kanal oder der Anpassungswert ungültig wird "ERROR" ausgegeben:

```
>100200AA
ERROR
>
```

11 *nnnnxxxx*

11 *nnnnxxxxiiiecccccccc* [Login]

Einige Funktionen stehen nur nach oder durch eine Authentifizierung mittels Login gegenüber dem Steuergerät zur Verfügung. Der notwendige Login-Code ist geräteabhängig und den Serviceunterlagen zum Fahrzeug zu entnehmen.

Bei einem falschem Login-Code reagieren die meisten Steuergeräte mit einer Blockade der weiteren Kommunikation, weshalb dann die Verbindung zwischen WBH-Diag Pro und dem Steuergerät getrennt wird. Sie müssen dann die Fahrzeugzündung aus- und nach etwa 10 bis 60 Sekunden wieder einschalten und sich anschließend erneut mit dem Steuergerät verbinden (ATD).

Beim Login wird der Login-Code *nnnn* und der Werkstattcode *xxxx* angegeben. Der Werkstattcode (WSC) kann dabei von der bisherigen Einstellung abweichen und wird dann im Steuergerät als neuer Wert abgelegt. Bei KW 2000 ist zusätzlich anzugeben: zweistellige Wert für den Importeur (ii), vierstellige Gerätenummer (eee) und die achtstellige erweiterte Komponentenbezeichnung (cccccccc) in Form von ASCII Werten. Die Komponentenbezeichnung wird ohne das beim Verbindungsaufbau ausgegebene führende Leerzeichen angegeben. Erfolgreiches Login mit Login-Code 93_D und dem (neuen) WSC 430_B.

```
>11005D01AE
>
```

Bei falschem Login-Code erscheint "ERROR" und die Diagnoseverbindung zum Steuergerät wird getrennt. Sie können sich jetzt i. d. R. nicht mehr neu mit diesem Steuergerät befinden, bis es aus- und wieder eingeschaltet wurde. Der Verbindungsaufbau zu anderen Geräten ist aber möglich.

15

[Readiness Code]

Der Readiness-Code gibt Auskunft darüber, ob das Steuergerät genügend Zeit hatte, verschiedene Gerätetests durchzuführen. Er besagt nicht, ob der Test dann erfolgreich war oder nicht und auch nicht, ob es einen Fehlercodeeintrag gibt. Für jede zu testende Komponente steht ein Bit. Ist die Komponente nicht vorhanden oder der Test abgeschlossen, wird das entsprechende Bit vom Steuergerät auf 0 gesetzt. Steht das Bit auf 1, muß noch mehr Fahrtstrecke mit dem Auto zurückgelegt werden. Mit dem Löschen der DTCs (s. o.) werden alle Bits vom Steuergerät auf 1 gesetzt (bis auf die Bits, deren äquivalente Komponenten nicht vorhanden sind). Üblicherweise stellen nur OBD-II fähige Motorsteuergeräte einen Readiness-Code zur Verfügung. Die Abfrage des Readiness Code liefert einen Bytewert für den Code oder die Ausgabe "NA", wenn der

Funktionsbeschreibung

Readiness Code nicht geliefert werden kann, weil er vom Steuergerät nicht unterstützt wird.

Der Bytewert muß binär interpretiert werden. Die einzelnen Bits stehen für folgende Geräte:

Bit	Funktion
xxxx xxx1	Katalysator
xxxx xx1x	Katalysator Heizungsschaltkreis
xxxx x1xx	Kraftstoffverdampfungssystem
xxxx 1xxx	Zweitluft Zuführungssystem
xxx1 xxxx	Klimaanlage Kühlmittel
xx1x xxxx	Lamdasonde
x1xx xxxx	Lamdasonde Heizungsschaltkreis
1xxx xxxx	Abgasrückführung

Beispielsweise:

>15
65

$65_{\text{H}} = 0110\ 0101_{\text{B}}$

Diagnose abgeschlossen bzw. Gerät nicht vorhanden für die Geräte Abgasrückführung, Klimaanlage Kühlmittel, Zweitluft Zuführungssystem und Katalysator Heizungsschaltkreis.

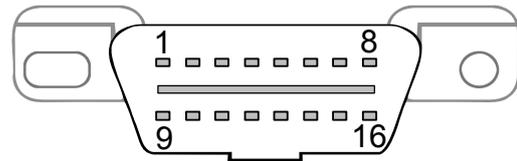
4 Beispielschaltung

Die folgende Schaltung zeigt, wie einfach der Protokollinterpreterchip WBH-Diag Pro in eine Schaltung integriert wird, die dann an die serielle Schnittstelle eines PCs (RS232 Signalpegel ca. +/-12 V) angeschlossen werden kann.

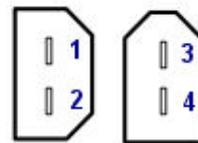
Wenn Sie den WBH-Diag Pro in eine Anwendung integrieren, die mit 3...5 V Signalpegeln am U(S)ART arbeitet, können Sie natürlich auf eine Pegelkonvertierung auf der RS232-Seite verzichten.

Die Signalpegel zur Fahrzeugdiagnoseleitung müssen aber auf jeden Fall angepaßt werden. Dabei ist zu beachten, daß die vorgestellte Schaltung für Fahrzeuge mit 12 V Bordspannung ausgelegt ist. Dies sind üblicherweise PKW und leichte Nutzfahrzeuge. Für Lastkraftwagen mit 24 V Batteriespannung muß die Schaltung modifiziert werden: Die beiden Widerstände R2 und R3 mit 510 Ω müssen durch 1 kΩ ersetzt werden und ggf. muß der Spannungsregler IC4 gekühlt werden.

Fahrzeugseitig wird die Schaltung mit den Diagnoseleitungen K und L sowie der Bordspannung des Fahrzeuges verbunden. Diese Signale können entweder an der genormten OBD II Buchse im Fahrgastraum oder an der am VAG 2x2 Anschluß (meistens im Motorraum) abgegriffen werden.

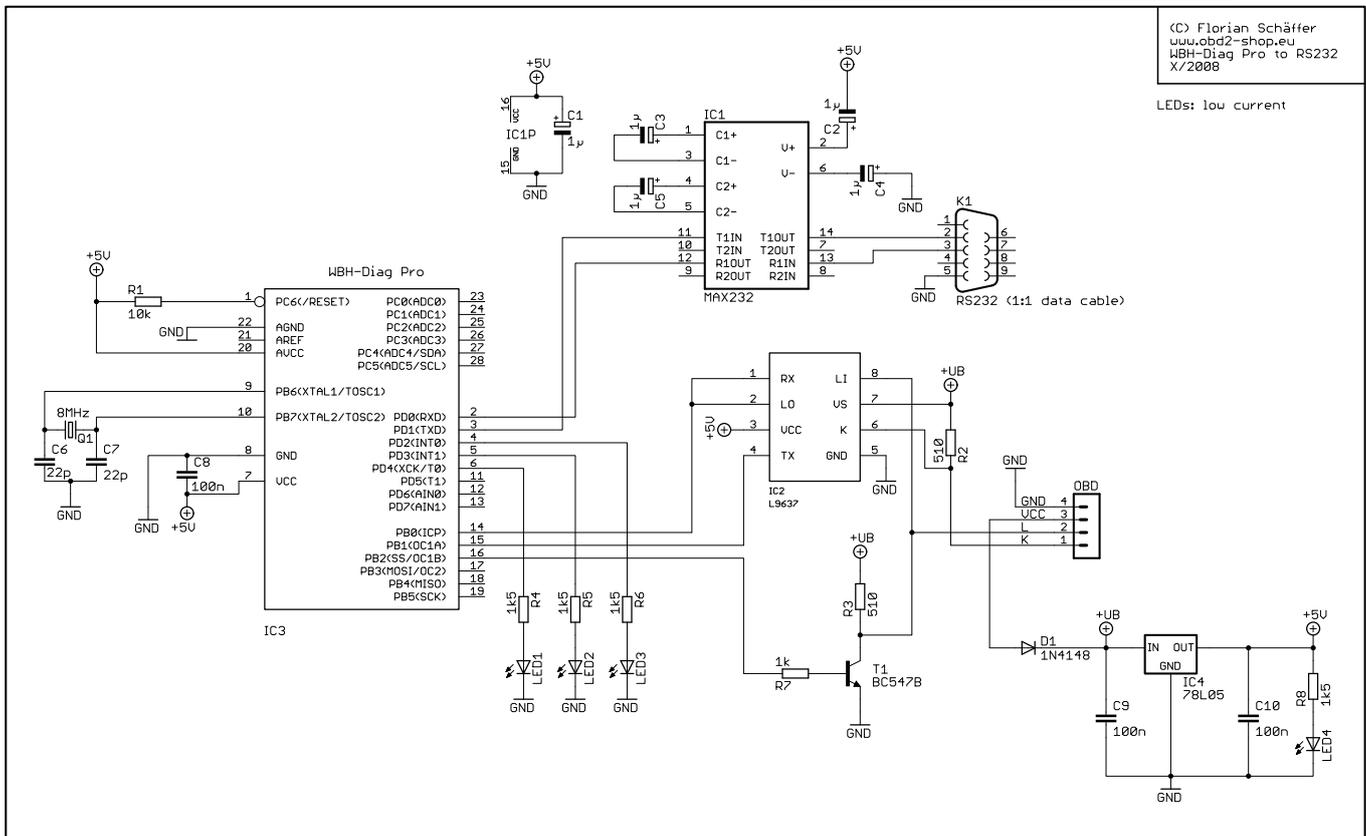


OBD II Buchse



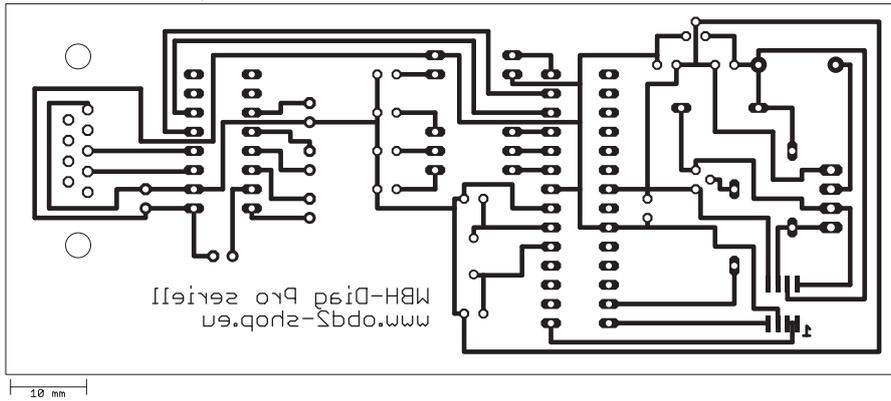
VAG 2x2

Signal	OBD II	VAG 2x2
GND	4+5	4
VCC	16	3
K	7	1
L	15	2

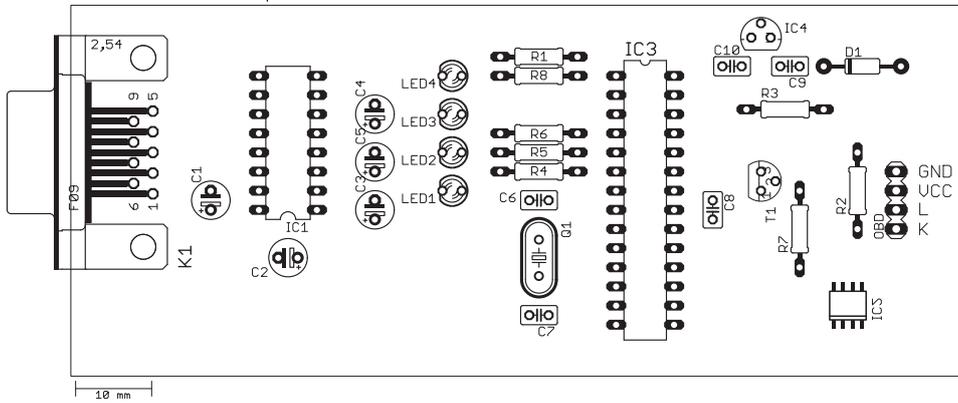


Beispielschaltung

WBH-Diag Pro seriell
www.obd2-shop.eu

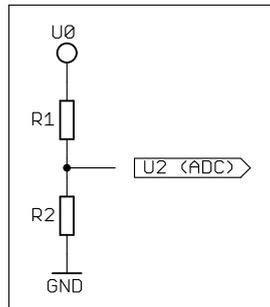


WBH-Diag Pro seriell
www.obd2-shop.eu



5 Spannungsteiler

Die Spannung, die Sie jeweils an den sechs Eingängen ADC0...5 anlegen und messen können, darf in keinem Fall die Versorgungsspannung VCC übersteigen. Wenn die Signalspannung U_0 die Versorgungsspannung überschreiten könnte, ist ein Spannungsteiler am Eingang notwendig. Damit ist es dann u. a. möglich zum Beispiel die Spannung der Fahrzeugbatterie zu messen.



Für R_2 wird ein Widerstand von maximal 10 k Ω empfohlen. Somit ergibt sich:

$$R_1 = ((U_0 \times R_2) / U_2) - R_2$$

Um bspw. bis zu 20 V Analogspannung bei einer Versorgungsspannung von 3,3 V messen zu können, ist ein Widerstand R_1 von 51 k Ω notwendig, wenn R_2 10 k Ω aufweist:

$$R_1 = ((20 \times 10.000) / 3,3) - 10.000 = 50.606$$

Für U_2 ergibt sich ein Maximalwert von:

$$U_2 = (U_0 \times R_2) / (R_1 + R_2)$$

Im Beispiel dann:

$$U_2 = (20 \times 10.000) / (51.000 + 10.000) = 3,28 \text{ V}$$

Daraus folgt ein Teilungsverhältnis von $U_0 / U_2 = 6,10$ für diesen Spannungsteiler. Die Analog/Digital-Wandlung von U_2 ergibt einen Digitalwert mit einer Auflösung von 10 Bit (0...1024). Daraus resultiert die Berechnung des Analogwertes:

$$U_0 = (U_2 / 1024) \times \text{Teilungsverhältnis} \times \text{AD-Wert}$$

Mit einem exemplarischen Wert von 523 für eine AD-Wandlung kann man dann auf die ursprüngliche Spannung zurückrechnen:

$$U_0 = (3,28 / 1024) \times 6,1 \times 523 = 10,22 \text{ V}$$

Unbeschaltete ADC Eingänge liefern bei der Konvertierung einen zufälligen Bitwert.

Anhang A: Steuergeräte

Adresse		Steuergerät
Dez.	Hex.	
1	01	Motor (ECU)
2	02	Automatik Getriebe
3	03	ABS Bremsen
4	04	Lenkrad Winkel
5	05	Start Authentifikation
6	06	Beifahrer Sitzpositionsspeicher
7	07	Anzeige
8	08	Klima
9	09	Zentralelektrik
11	0B	Sekundäre Luftheizung
13	0D	Schiebetür links
14	0E	Mediaplayer 1
15	0F	Digital Radio
17	11	Motor 2
18	12	Kupplung
19	13	Automatische Abstandskontrolle
20	14	Federung
21	15	Airbag
22	16	Multifunktionslenkrad
23	17	Kombiinstrument
24	18	Zusatzheizung
25	19	CAN Gateway
29	1D	Fahrererkennung
30	1E	Mediaplayer 2
31	1F	Satelliteturner
33	21	Motor 3
34	22	Allrad
35	23	Bremskraftverstärker
36	24	ASR
37	25	Wegfahrsperre
38	26	Schiebedach
39	27	Anzeige hinten
40	28	Klima hinten
41	29	Licht links
45	2D	Intercom
46	2E	Mediaplayer 3
47	2F	Digital TV
49	31	Motor 4
50	32	Differentialsperre
52	34	Höhenverstellung
53	35	Zentralverriegelung
54	36	Fahrer Sitzpositionsspeicher
55	37	Navi
56	38	Dach
57	39	Licht rechts
60	3C	Assistent für Spurwechsel

Adresse		Steuergerät
Dez.	Hex.	
61	3D	Sonderfunktionen
62	3E	Mediaplayer 4
65	41	Dieselpumpe
66	42	Tür Fahrerseite
69	45	Innenraumüberwachung
70	46	Zentrale Komfortsteuerung
71	47	Soundsystem
72	48	Sitz hinten links
73	49	Lichtautomatik
76	4C	Reifenluftdruck
77	4D	Datenübertragung
78	4E	Anzeige hinten rechts
79	4F	Zentralelektrik 2
81	51	Elektrische Antriebe
82	52	Tür Beifahrerseite
83	53	Feststellbremse
84	54	Heckspoiler
85	55	Xenon Reichweitenkontrolle
86	56	Radio
87	57	TV Empfänger
88	58	Zusätzlicher Kraftstofftank
89	59	Abschleppschutz
92	5C	Spurassistent
94	5E	Anzeige hinten links
97	61	Batterie Regulator
98	62	Tür hinten links
99	63	Fahrerseite Einstieghilfe
100	64	Stabilisator
102	66	Sitz hinten rechts
103	67	Sprachkontrolle
104	68	Scheibenwischer
105	69	Anhänger
108	6C	Rückfahrkamera
109	6D	Heckklappe
110	6E	Anzeige Dach
111	6F	Zentrale Komfortsteuerung 2
113	71	Batterie Ladegerät
114	72	Tür hinten rechts
115	73	Beifahrer Einstieghilfe
116	74	Fahrwerkskontrolle
117	75	Telematik
118	76	Einparkhilfe
119	77	Telefon
120	78	Schiebetür rechts
125	7D	Zusatzheizung
126	7E	Anzeige Armaturenbrett

Anhang B: Meßwertberechnungen

ID	Berechnung	Einheit
1	$0,2 \cdot A \cdot B$	rpm
2	$A \cdot 0,002 \cdot B$	%
3	$0,002 \cdot A \cdot B$	Deg
4	$\text{abs}(B-127) \cdot 0,01 \cdot A$	>127: "ATDC" sonst: "BTDC"
5	$A \cdot (B-100) \cdot 0,1$	°C
6	$0,001 \cdot A \cdot B$	V
7	$0,01 \cdot A \cdot B$	km/h
8	$0,1 \cdot A \cdot B$	
9	$(B-127) \cdot 0,02 \cdot A$	Deg
10	B=0: "kalt" sonst: "warm"	
11	$0,0001 \cdot A \cdot (B-128)+1$	
12	$0,001 \cdot A \cdot B$	Ohm
13	$(B-127) \cdot 0,001 \cdot A$	mm
14	$0,005 \cdot A \cdot B$	bar
15	$0,01 \cdot A \cdot B$	ms
16	Bit Wert	
17	chr(A) chr(B)	-
18	$0,04 \cdot A \cdot B$	mbar
19	$A \cdot B \cdot 0,01$	l
20	$A \cdot (B-128)/128$	%
21	$0,001 \cdot A \cdot B$	V
22	$0,001 \cdot A \cdot B$	ms
23	$B/256 \cdot A$	%
24	$0,001 \cdot A \cdot B$	A
25	$(B \cdot 1,421)+(A/182)$	g/s
26	B-A	C
27	$\text{abs}(B-128) \cdot 0,01 \cdot A$	<128: "ATDC" sonst: "BTDC"
28	B-A	
29	B<A : "1. Kennfeld" sonst: "2. Kennfeld"	
30	$B/12 \cdot A$	Deg k/w
31	$B/2560 \cdot A$	°C
32	B>128: B-256 sonst: B	
33	100 · B/A A=0: 100 · B	%
34	$(B-128) \cdot 0,01 \cdot A$	kW
35	$0,01 \cdot A \cdot B$	l/h

ID	Berechnung	Einheit
36	$A \cdot 2560+B \cdot 10$	km
37		
38	$(B-128) \cdot 0,001 \cdot A$	Deg k/w
39	$B/256 \cdot A$	mg/h
40	$B \cdot 0,1+(25,5 \cdot A)-400$	A
41	$B+A \cdot 255$	Ah
42	$B \cdot 0,1+(25,5 \cdot A)-400$	Kw
43	$B \cdot 0,1+(25,5 \cdot A)$	V
44	A : B	h:m
45	$0,1 \cdot A \cdot B/100$	
46	$(A \cdot B-3200) \cdot 0,0027$	Deg k/w
47	$(B-128) \cdot A$	ms
48	$B+A \cdot 255$	-
49	$(B/4) \cdot 0,1 \cdot A$	mg/h
50	$(B-128)/(0,01 \cdot A)$ A=0: $(B-128)/0,01$	mbar
51	$((B-128)/255) \cdot A$	mg/h
52	$B \cdot 0,02 \cdot A-A$	Nm
53	$(B-128) \cdot 1,4222+0,006 \cdot A$	g/s
54	$A \cdot 256+B$	Zähler
55	$A \cdot B/200$	s
56	$A \cdot 256+B$	WSC
57	$A \cdot 256+B+65536$	WSC
58	1,0225 · B B>128: 1,0225 · (256-B)	\s
59	$(A \cdot 256+B)/32768$	-
60	$(A \cdot 256+B) \cdot 0,01$	sec
61	$(B-128)/A$ A=0: (B-128)	
62	$0,256 \cdot A \cdot B$	S
63	chr(A) + chr(B) + "?"	
64	A+B	Ohm
65	$0,01 \cdot A \cdot (B-127)$	mm
66	$(A \cdot B)/511,12$	V
67	$(640 \cdot A)+B \cdot 2,5$	Deg
68	$(256 \cdot A+B)/7,365$	deg/s
69	$(256 \cdot A +B) \cdot 0,3254$	Bar
70	$(256 \cdot A +B) \cdot 0,192$	m/s2

Anhang C: Software History

V 1.0 12.09.2008

V 1.01 20.10.2008

V 1.1 01.11.2008

- Ausgabe der Befehlsliste mit "?"

V 1.2 27.11.2008

- Kommando 08 erweitert, so daß auch Lookup-Tabellen ausgelesen werden können

V 2.0 01.04.2010

- KW 2000 integriert
- Sechs A/D Eingänge können abgefragt werden.

V 2.1 05.12.2011

- KW 2000 optimiert
- Bootloaderfunktionalität

V 2.2 17.03.2013

- Drei schaltbare digitale Ausgänge hinzugefügt
- Besserer Umgang mit Gerätekenndaten
- Optimierung beim Verbindungsaufbau um Endlosschleifen zu vermeiden

V 2.3 30.03.2013

- Unterstützung von 0x05 im KB2 bei KW1281
- Weitere Optimierung beim Verbindungsaufbau und mehr Toleranz bei 1200 Baud