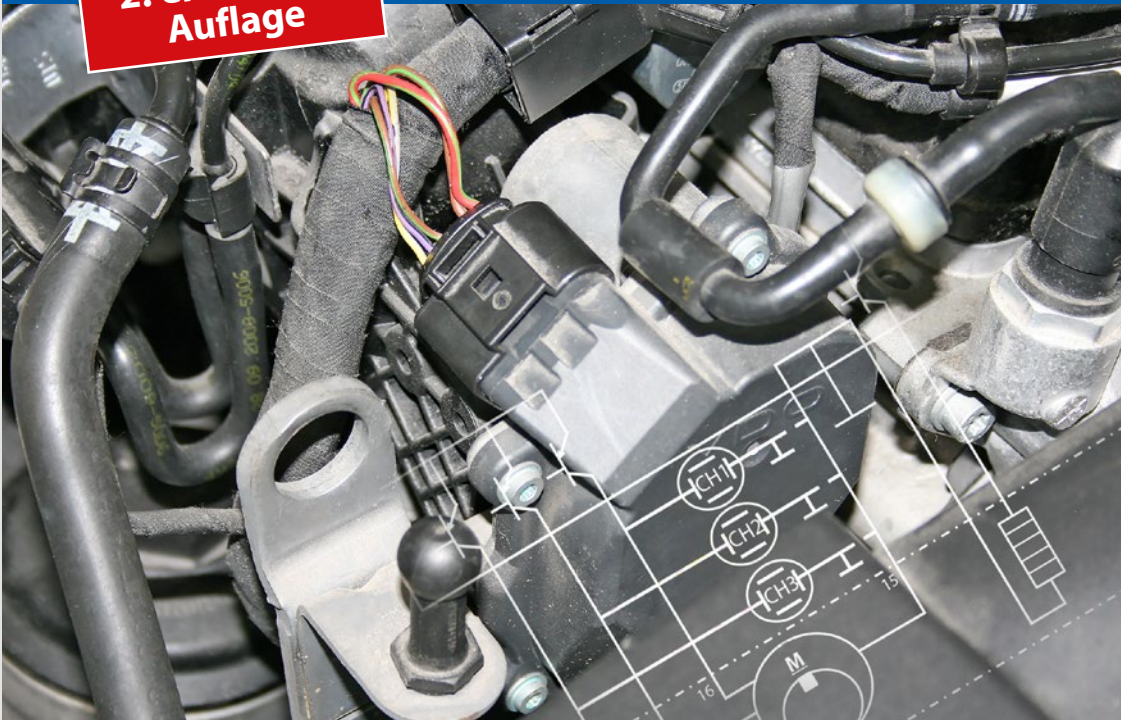


Krafthand-Technik

Motormanagement Aktoren

2. erweiterte
Auflage



Aufbau, Funktion, Diagnose
Gerald Schneeage

Krafthand Medien GmbH

ISBN 978-3-87441-185-1

Gerald Schneehage

Motormanagement Aktoren

Aufbau, Funktion, Diagnose

2. erweiterte Auflage

KRAFTHAND Medien



krafthand **medien**

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://www.portal.dnb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-87441-185-1

2. erweiterte Auflage, Juli 2021

Autor: Gerald Schneehage

Realisierung/Lektorat: Georg Blenk

Titelgestaltung/Layout: Martin Dörfler

Titelbild: Gerald Schneehage

Bilder/Grafiken: Georg Blenk, Bosch, Hubertus Günther, Heiko Peter, Siemens, Volkswagen

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Elanders GmbH, Waiblingen

Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten

© Krafthand Medien GmbH

Walter-Schulz-Straße 1 · 86825 Bad Wörishofen

Telefon (08247) 3007-0 · Telefax (08247) 3007-70

info@krafthand-medien.de · www.krafthand-medien.de

Geschäftsleitung: Steffen Karpstein, Gottfried Karpstein

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeisung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

*Bild- und Grafikmaterial – insbesondere grafische Darstellungen –, welches nicht gesondert mit einem Quellverweis versehen ist, ist dem Autor Gerald Schneehage zuzuordnen.

Inhalt

Vorwort.....	7
1. Die Eigendiagnosefunktion.....	9
1.1 Die Onboard-Diagnose	9
1.1.1 Fehlerspeichereinträge.....	11
1.1.2 Sporadische und statische Fehler	11
1.2 Die Aktor-Eigendiagnose (Steuergerät)	13
1.3 Prüfleitungen, Prüfadapter und Breakout-Box.....	17
1.4 Die Puls-Weiten-Modulation (PWM)	18
2. Die Benzin-Einspritzung.....	21
2.1 Zentrale Benzineinspritzung	22
2.2 Zentrale Einspritzsysteme (Opel, Ford)	24
2.3 Einspritzventile bei der Saugrohreinspritzung.....	26
2.4 Benzin-Direkteinspritzung (Magnetventil)	29
2.5 Benzin-Direkteinspritzung (Piezoventil)	32
3. Die Diesel-Einspritzung	35
3.1 Pumpe-Düse-Einheit mit Magnetventil	35
3.2 Pumpe-Düse-Einheit mit Piezo-Aktor	38
3.3 Die Common-Rail-Einspritzung	41
3.3.1 Der Magnetventil-Injektor	42
3.3.2 Der Piezo-Injektor.....	46
3.3.2.1 Piezo-Injektor (Siemens).....	48
3.3.2.2 Piezo-Injektor (Bosch).....	50
4. Magnetventile	53
4.1 Der Zusatzluftschieber (Leerlaufregelventil)	54
4.2 Das Regenerationsventil, Aktivkohlebehälter (Tankentlüftungsventil).....	56
4.3 Das Elementabschaltventil.....	57
4.4 Das Raildruck-Regelventil (Common-Rail)	59
4.5 Die Kraftstoff-Zumesseinheit (Common-Rail)	61
4.6 Druck- / Mengenregelventil (Benzin-Direkteinspritzung).....	63
4.7 Das AdBlue-Dosierventil	65
4.8 Magnetventil, Nockenwellenverstellung	68
4.9 Das Abgasrückführventil	69

4.10	Ladedruckbegrenzungs-/Schubumluft-Magnetventil	72
4.11	Elektropneumatische Wandler (EPW)	74
4.12	Das elektronische Öldruckregelventil	78
5.	Elektromotoren	81
5.1	Die elektrische Kraftstoffpumpe (Standard Otto- und Dieselmotor).....	81
5.2	Die elektrische Kraftstoffpumpe mit bedarfsgerechter Förderleistung	84
5.3	Die AdBlue-Förderpumpe.....	86
5.4	Die Sekundärluftpumpe (Ottomotor)	89
5.5	Der Drosselklappen-Stellmotor	90
5.6	Der Abgasklappen-Stellmotor (Diesel).....	92
5.7	Ladungsklappen, Saugrohrklappen (Ottomotor).....	95
5.8	Der Saugrohr-Drallklappen-Stellmotor (Dieselmotor)	96
5.9	Der Ladedrucksteller (Turbolader)	97
5.10	Die elektrische (Zusatz-)Kühlmittelpumpe	99
6.	Heizelemente	102
6.1	Die Lambdasonden-Heizung	102
6.2	Die Standard-Glühkerze (ältere Diesel-Motoren).....	105
6.3	Keramik-Glühkerzen (moderne Dieselmotoren)	107
6.4	Die Kraftstoff-Vorwärmung	109
6.5	Das elektrisch geregelte Thermostat	111
6.6	Die AdBlue-Tank-, Pumpen- sowie Begleitheizung.....	112
7.	Zündspulen	115
7.1	Die Zylinderzündspule	116
7.2	Die Doppelfunkenzündspule	120
7.3	Die Einzelfunkenzündspule	122
8.	Der Autor	125
9.	Stichwortverzeichnis	126

Vorwort

Das vorliegende Fachbuch „Motormanagement/Aktoren“ liefert dem Werkstattprofi das notwendige Praxiswissen, welches für die Überprüfung von Aktoren in Otto- und Diesel-Motormanagementsystemen nötig ist. Diese zweite, erweiterte Auflage wurde dabei an zahlreichen Stellen aktualisiert und um das Kapitel „Das elektronische Öldruckregelventil“ ergänzt.

Die Aktor-Funktionen, die Prüfanleitungen und Sollwerte sind allgemein gehalten und unterliegen teilweise herstellerspezifischen Spezifikationen. Sie können von daher auch, was den Sollwert betrifft, von Aktoren gleicher Funktion abweichen. Daher empfiehlt es sich grundsätzlich herstellerspezifische Sollwerte aus dem Werkstattinformationssystem heranzuziehen.

Das vorliegende Buch hilft Ihnen, die Aufgabe und Funktion des Aktors in Bezug auf das Motormanagementsystem zu verstehen sowie gezielte Funktionsprüfungen an dem Aktor durchzuführen. Für die Funktionsprüfung des Aktors ist eine entsprechende Ansteuerung des Motorsteuergeräts notwendig, die idealerweise mit dem Oszilloskop geprüft werden kann.

Für eine gezielte Diagnose ist eine Menge Fachwissen und Erfahrung notwendig und ein Diagnosetester sowie ein Oszilloskop unumgänglich. Des Weiteren ist zwingend zu beachten, dass der Fehlerspeicherein-

trag nur ein Hinweis auf eine mögliche Fehlerquelle ist. So kann der Fehlerspeichereintrag „Drehzahlbezugsmarkengeber Funktionsstörung“ für eine Funktionsstörung des Drehzahlbezugsmarkengebers, des Nockenwellenpositionssensors oder eine Funktionsstörung des Zündsystems beziehungsweise für eine Störung im Einspritzsystem stehen. Oder beispielsweise der Fehlerspeichereintrag „Drosselklappenstellmotor Adaptionsgrenze überschritten“ kann auch auf Undichtigkeit im Saugrohr sowie auf eine Fehlfunktionsstörung des Saugrohrdrucksensors zurückzuführen sein. Deshalb ist es für den Werkstattprofi wichtig, vor dem Austausch der Komponenten diese genauestens zu überprüfen. Da durch Fehldiagnosen unnötig hohe Kosten für den Kunden sowie auch für den Betrieb entstehen können.

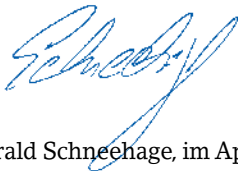
Für die Überprüfung und einwandfreie Funktion der Aktoren ist immer eine ausreichende Spannungsversorgung notwendig. Liegt bereits in der Spannungsversorgung der Aktoren ein Fehler vor, können diese nicht einwandfrei arbeiten und sorgen damit für Fehlfunktionen im Motormanagementsystem.

Die in diesem Buch genutzten Oszilloskop-Einstellungen können zur Erstsignalaufnahme genutzt werden. Aufgrund unterschiedlicher Ansteuerungszeiten, Ansteuerungsspannungen und Ströme

müssen gegebenenfalls die x-Achse (Zeitachse) und y-Achse (Spannungs-Strom-Achse) angepasst werden.

Mein herzlicher Dank für die Unterstützung gilt dem Förderungs- und Bildungszentrum der Handwerkskammer Hannover. Von ganzem Herzen danke ich meiner Frau Katrin für ihre Unterstützung und ihr Verständnis. Des Weiteren danke ich ausdrücklich Herrn Georg Blenk von der Krafthand Medien GmbH. Ohne ihn wäre die Realisierung dieses Buches nicht möglich gewesen.

Ich wünsche Ihnen nun sehr viel Erfolg bei der Fehlersuche beziehungsweise viel Erkenntnisgewinn bei der Lektüre.



Gerald Schneeage, im April 2021

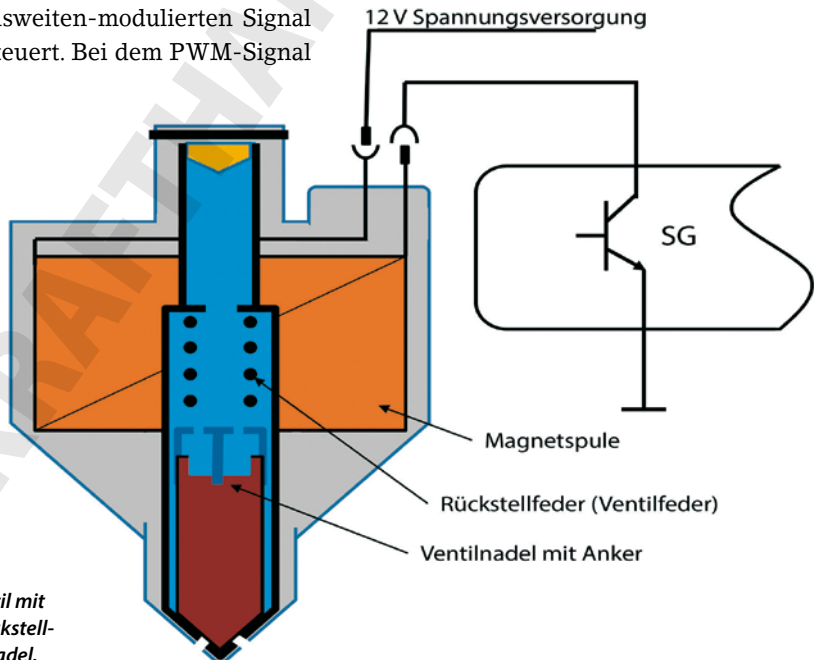
4. Magnetventile

Elektrische Magnetventile bestehen in erster Linie aus einer Spule, einem Anker und einer Rückstellfeder (Ventilfeder). Aufgrund der Magnetfeldstärke der Spule wird der Anker in die Spule entgegen der Rückstellkraft der Feder hineingezogen. Die im Kraftfahrzeugbereich eingesetzten Magnetventile sind unter anderem auch Proportionalventile, die nicht nur die zwei Schaltstellungen „offen“ und „geschlossen“ aufweisen. Zusätzlich lässt sich auch der Öffnungsquerschnitt (Durchflussmenge) stufenlos regeln.

Elektromagnetventile werden meist mit einem pulsweiten-modulierten Signal (PWM) angesteuert. Bei dem PWM-Signal

handelt es sich um ein getaktetes Spannungssignal mit einer festen Frequenz und einem variablen Tastverhältnis. Mithilfe des variablen Tastverhältnisses lässt sich die durchschnittlich anliegende Spannung und damit die Stromstärke regulieren.

Eine grundsätzliche Möglichkeit Magnetventile zu prüfen, ist die Widerstandsmessung. Die Widerstandswerte sind vom Aufgabenbereich und der Ausführung des Magnetventils abhängig. Die Sollwerte für die entsprechende Spule entnehmen Sie bitte Ihrem Werkstattinformationssystem.



4.0 Magnetventil mit Magnetspule, Rückstellfeder und Ventalnadel.

4 Magnetventile

4.1 Der Zusatzluftschieber (Leerlaufregelventil)

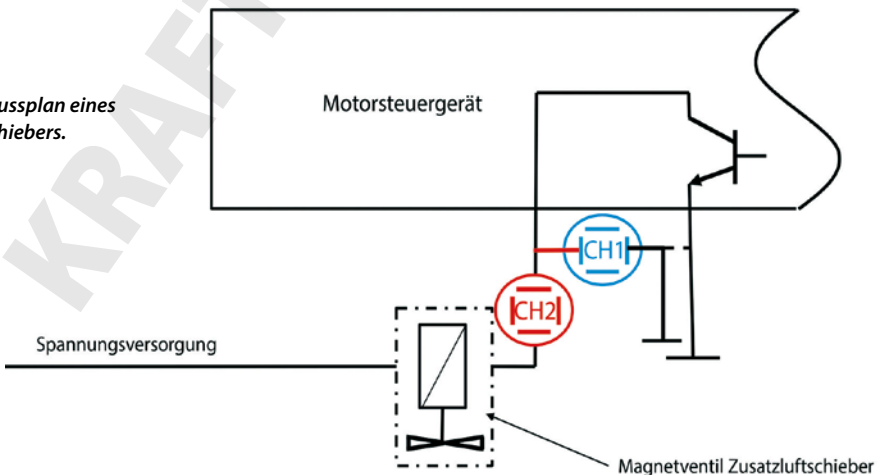
Sogenannte Zusatzluftschieber sind für die Leerlaufregelung verantwortlich. Sie regeln die Leerlaufdrehzahl in Abhängigkeit von der Motordrehzahl, der Motorlast

und der Motortemperatur. Nach dem Kaltstart gewährleistet der Zusatzluftschieber eine erhöhte Leerlaufdrehzahl von (je nach Fahrzeughersteller) zirka 1.000 bis 1.200 U/min. Bei betriebswarmem Motor wird dann die Leerlaufdrehzahl je nach Hersteller meist auf eine Drehzahl zwischen 800 und 900 U/min abgesenkt. Die Aktivierung beziehungsweise Deaktivierung der Ansteuerung des Zusatzluftschiebers erfolgt in Abhängigkeit der Leerlauferkennung durch den Drosselklappen-Schalter, dem Drosselklappen-Potentiometer oder den Fahrpedalsensor. In Abhängigkeit der Motorlast variiert die Ansteuerung des Zusatzluftschiebers im Leerlauf (Änderung des Tastverhältnisses). Dies geschieht beispielsweise dann, wenn der Klimakompressor zugeschaltet wird oder auch in Abhängigkeit einer zusätzlichen Auslastung des Bordnetzes

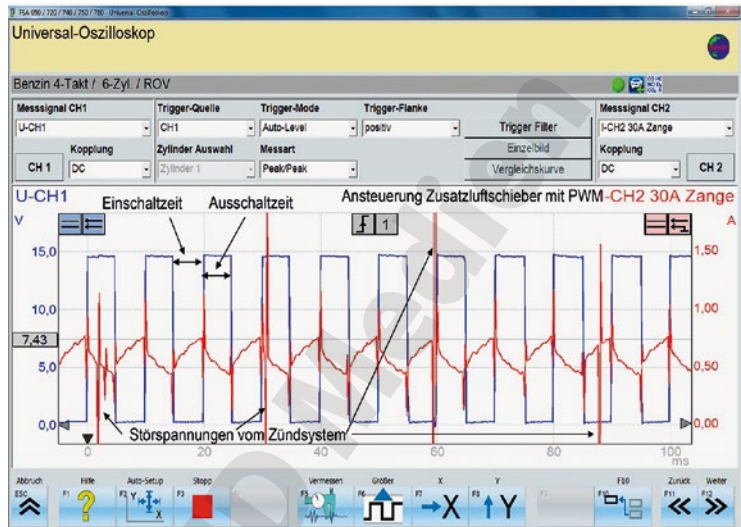


4.1 Zusatzluftschieber (Leerlaufregelventil).

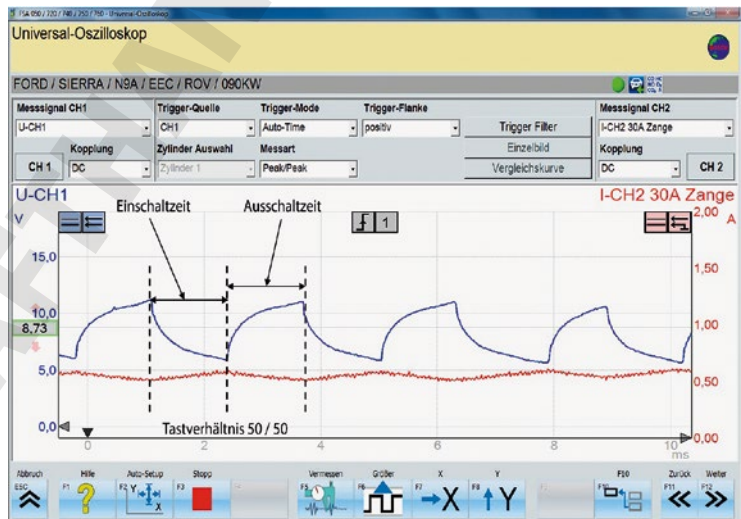
4.2 Anschlussplan eines Zusatzluftschiebers.



4.3 Strom- und Spannungsverlauf bei der Ansteuerung eines Zusatzluftschiebers (hier: Volkswagen).



4.4 Ansteuerung eines Zusatzluftschiebers (Ford). Aufgrund der hohen Ansteuerungsfrequenz von 1 KHz ist das Signal nicht zwingend als pulswiden moduliertes Signal (PWM) zu erkennen.



durch das Motorkühlgebläse, das Heizungsgebläse oder der Beleuchtung.

Auch Zusatzluftschieber werden über ein PWM-Signal (vgl. Magnetventil) ange-

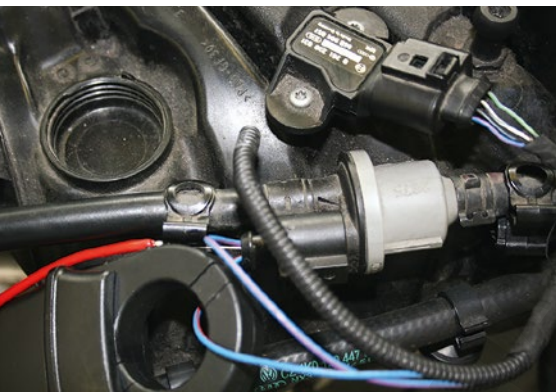
steuert. Über das variable Tastverhältnis wird der variable Öffnungsquerschnitt, an der Drosselklappe vorbei, reguliert.

4 Magnetventile



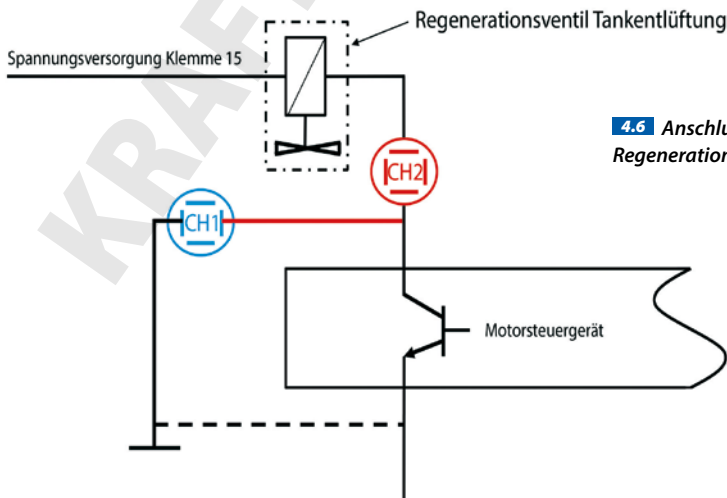
Verschmutzungen des Zusatzluftschiebers, Undichtigkeiten im Ansaugsystem sowie Verschmutzungen der Drosselklappe können dazu führen, dass eine einwandfreie Leerlaufregelung nicht mehr möglich ist.

4.2 Das Regenerationsventil, Aktivkohlebehälter (Tankentlüftungsventil)



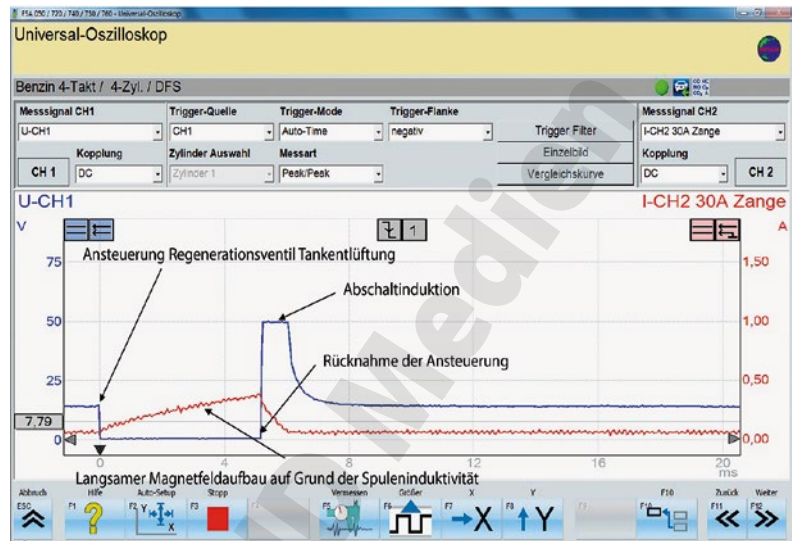
Das Regenerationsventil des Aktivkohlebehälters hat die Aufgabe, Kraftstoffdämpfe, die sich im Kraftstoffsystem ansammeln bei betriebswarmem Motor, im Leerlauf und im Teillastbereich, dem Ansaugsystem zuzuführen. Dazu wird das Regenerationsventil vom Motorsteuergerät in Abhängigkeit von Motortemperatur und -last und bei aktiver Lambdaeegelung angesteuert. Die Kraftstoffdämpfe werden zwischen Drosselklappe und Einlassventilen quasi der Verbrennung zugemischt.

4.5 Regenerationsventil, Aktivkohlebehälter.



4.6 Anschlussplan eines Regenerationsventils.

4.7 Strom- und Spannungsverlauf bei der Ansteuerung eines Regenerationsventils.



Im stromlosen Zustand ist das Regenerationsventil geschlossen, im bestromten Zustand geöffnet. Zur Prüfung der Funktion empfiehlt es sich, bei betriebswarmem Motor die Motordrehzahl für 30 bis 60 Sekunden auf 1.500 bis 2.000 U/min anzuheben und die Ansteuerung des Magnetventils mit dem Oszilloskop zu prüfen. Bei den meisten Motormanagementsystemen kann das Regenerationsventil auch mittels Stellglieddiagnose angesteuert werden.

4.3 Das Elementabschaltventil

Die ersten Generationen der Common-Rail-Systeme waren an der Hochdruckpumpe mit einem Elementabschaltventil ausgestattet. Das Ventil dient der Reduzierung der Leistungsaufnahme an der



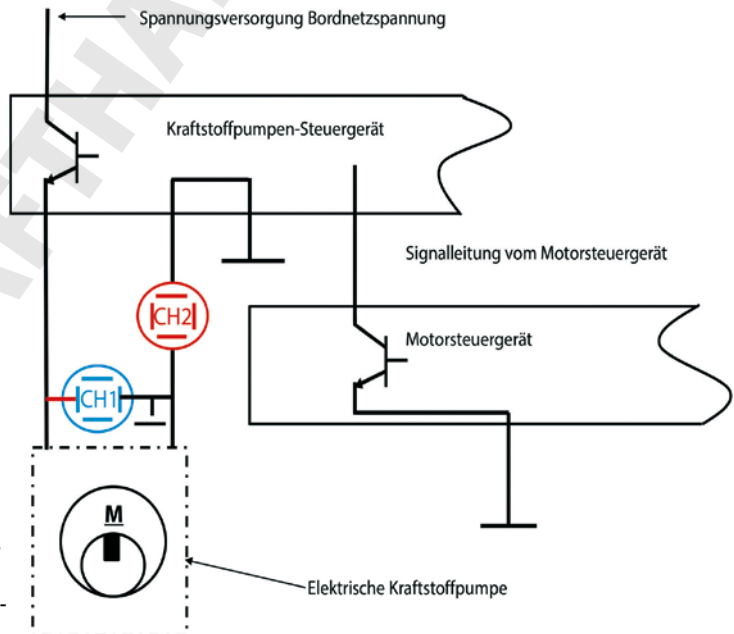
Auch bei korrekter Ansteuerung durch das Motorsteuergerät kann es zu einer Fehlfunktion des Regenerationsventils aufgrund von Verschmutzung kommen (Magnetventil verklebt, öffnet nicht oder bleibt dauerhaft geöffnet). Verschmutzungen können zur Verschiebung der Kurzzeit- und Langzeit-Gemisch-Anpassung führen. Undichtigkeiten im Bereich der Tankentlüftung können den Motorlauf sowie die Schadstoffemissionen ebenfalls negativ beeinflussen.

5.2 Die elektrische Kraftstoffpumpe mit bedarfsgerechter Förderleistung

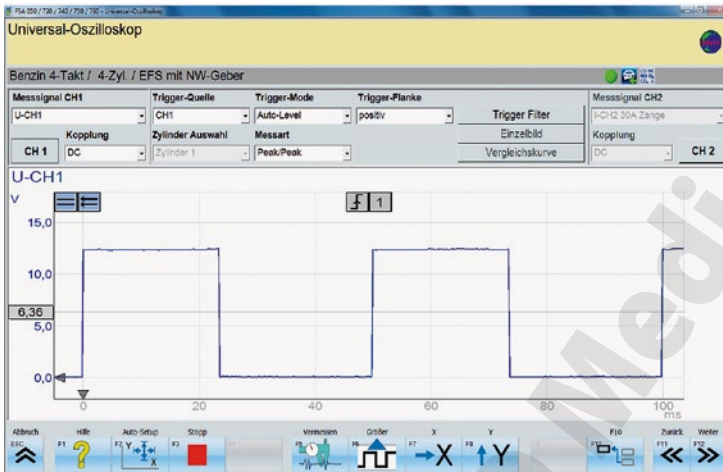
Die elektrische Kraftstoffpumpe mit bedarfsgerechter Förderleistung wird mittlerweile immer häufiger bei Otto- und Dieselmotor-Managementsystemen eingesetzt. Die Kraftstoffpumpen werden in Abhängigkeit von der Motordrehzahl und der Motorlast mithilfe eines pulsweitenmodulierten Signals direkt vom Motorsteuergerät oder von einem zusätzlichen Kraftstoffpumpen-Steuergerät angesteuert. Als Korrekturgrößen können die Signale des Kraftstoff-Niederdruck- und des Kraftstoff-Hochdrucksensors herangezogen werden. Einige Hersteller führen auch eine sogenannte Komfortansteuerung durch. Dabei wird die Kraftstoffpumpe nicht beim Einschalten der Zündung, sondern bereits beim Öffnen der Fahrertür durch das Komfortsteuergerät angesteuert.



5.4 Steuergerät einer Kraftstoffpumpe.



5.5 Anschlussplan einer elektrischen Kraftstoffpumpe mit Kraftstoffpumpen-Steuergerät.



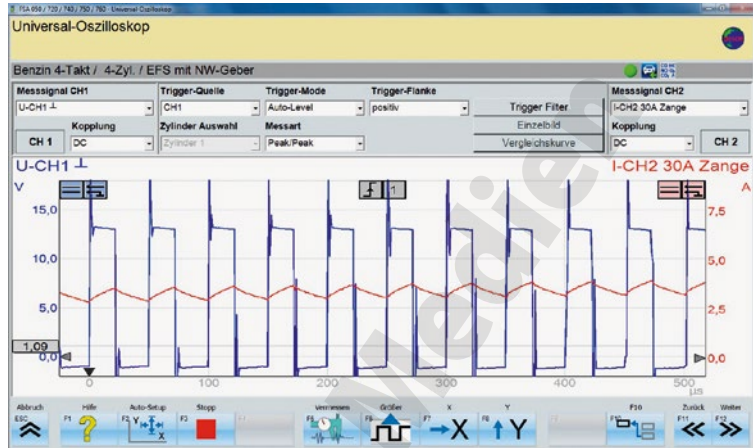
5.6 Das Kraftstoffpumpen-Steuergerät wird vom Motorsteuergerät mittels eines pulsweiten-modulierten Signals angesteuert. Das Signal kann mit dem Oszilloskop an der Signalleitung vom Motorsteuergerät zum Kraftstoffpumpen-Steuergerät gegen Steuergerätemasse, Batterieminus, Motormasse oder Fahrzeugmasse gemessen werden. Die Frequenz mit der das Motorsteuergerät das Kraftstoffpumpen-Steuergerät ansteuert, beträgt 20 Hz. Das Tastverhältnis ist motordrehzahl- und motorlastabhängig. Mit zunehmender Motordrehzahl und Motorlast nimmt das Tastverhältnis (die Ansteuerungszeit) zu.

5.7 Ansteuerung der elektrischen Kraftstoffpumpe. Das Kraftstoffpumpen-Steuergerät behält das vom Motorsteuergerät kommende Tastverhältnis des pulsweiten-modulierten Signals bei. Lediglich die Ansteuerungsfrequenz der elektrischen Kraftstoffpumpe wird erhöht, in diesem Beispiel auf 20 Mhz (die Kraftstoffpumpe wird 20.000 mal pro Sekunde angesteuert). Daraus ergibt sich ein gleichmäßiger Lauf der Pumpe. Die Förderleistung wird über die durchschnittlich anliegende Spannung (tastverhältnisabhängig) und damit über die Stromaufnahme der elektrischen Kraftstoffpumpe reguliert.



5 Elektromotoren

5.8 Im massebezogenen Messmodus ist die Messbandbreite der Oszilloskope oftmals deutlich höher, sodass hier eine höhere Messgenauigkeit erzielt werden kann und die Rechtekansteuerung deutlich zu erkennen ist.



Prüfung der Förderleistung, Fehler

Bei der Prüfung der Förderleistung wird die elektrische Kraftstoffpumpe durch Einsatz eines abgesicherten Kabels mit der Bordnetzspannung beaufschlagt und je nach Herstellervorgaben die Förderleistung im Rücklauf oder durch das Einsetzen eines Druckreglers und Druckregelventils im Kraftstoffvorlauf gemessen.

Eine nicht ausreichende Förderleistung beziehungsweise ein nicht ausreichender Kraftstoffsystemdruck kann häufig auf einen undichten Förderschlauch im Kraftstoffpumpenmodul zurückgeführt werden. Jedoch kann auch die Kraftstoffpumpe eine zu geringe Förderleistung aufgrund von Verschleiß (zu großer innerer Undichtigkeit) aufweisen. Ein verstopfter Kraftstofffilter oder der Ausfall des Kraftstoffsystem-Druckreglers kann dafür verantwortlich sein (Kraftstoffsystem-Druckregler öffnet zu früh). Bei älteren Fahrzeugen führen häufig auch Über-

gangswiderstände in der Spannungsversorgung oder in der Masseverbindung der elektrischen Kraftstoffpumpe zu einer nicht ausreichenden Förderleistung.

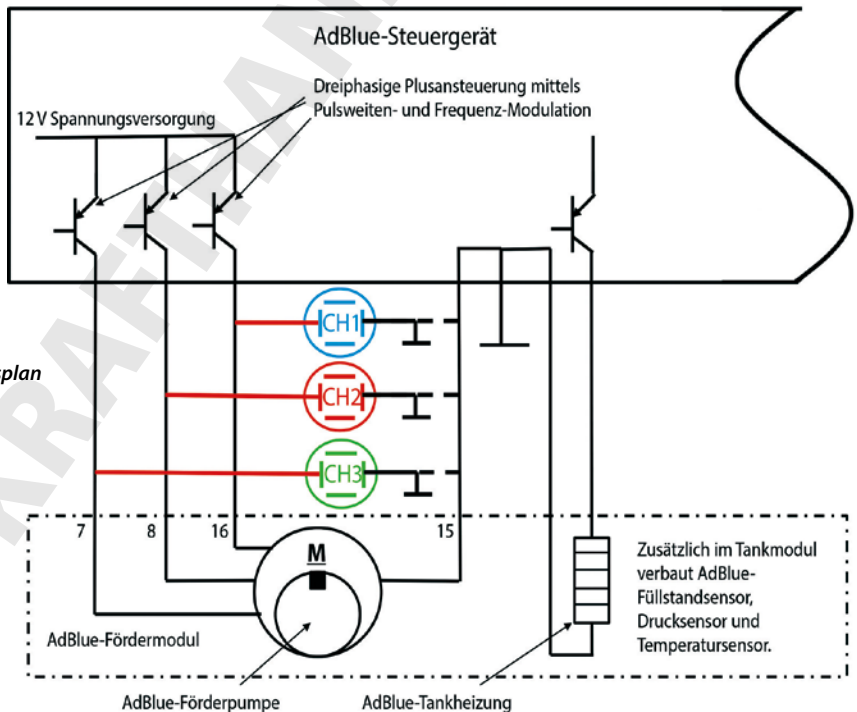
5.3 Die AdBlue-Förderpumpe

Die Ad-Blue-Förderpumpe ist bei Audi als Drei-Phasen-Gleichspannungsmotor ausgeführt und wird mithilfe eines PWM/FM-Gleichspannungssignals (PWM = Pulsweiten Modulation, FM = Frequenzmodulation) vom AdBlue-Steuergerät angesteuert. Diese Art der Ansteuerung dient zur Magnetfeld-, Drehzahl- und Drehrichtungs-Regelung. Auf diese Weise kann die Pumpendrehzahl und Förderleistung sehr genau bestimmt werden.

Mithilfe eines AdBlue-Drucksensors wird der Systemdruck permanent erfasst und die Ansteuerung der Pumpe korrigiert. Die Ansteuerung der AdBlue-Pumpe



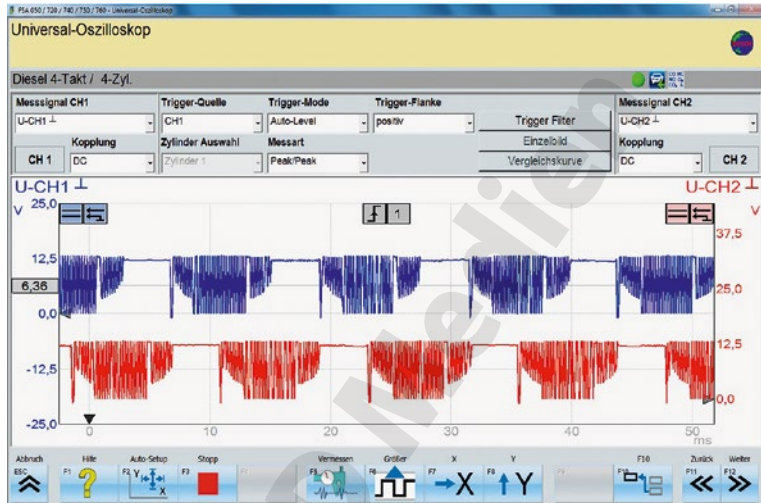
5.9 AdBlue-Fördereinheit mit Förderpumpe.



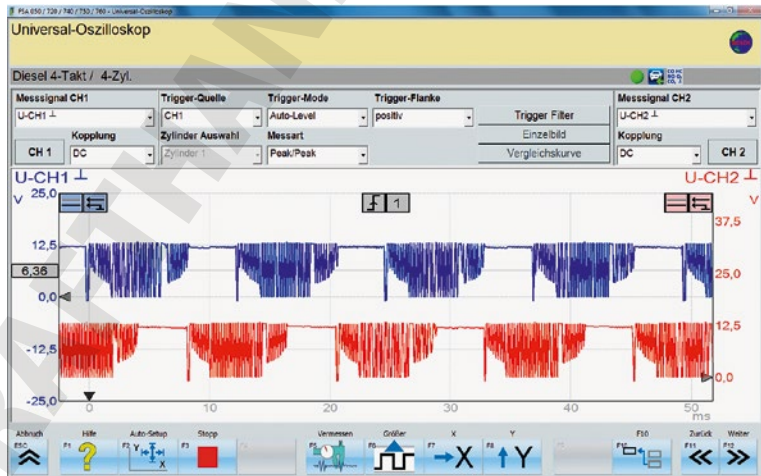
5.10 Anschlussplan einer AdBlue-Förderpumpe.

5 Elektromotoren

5.11 Ansteuerung einer AdBlue-Förderpumpe, Pin 7 und Pin 8.



5.12 Ansteuerung einer AdBlue-Förderpumpe, Pin 7 und Pin 16.



lässt sich idealerweise mit der Steuergeräte-Stellglied-Diagnose durchführen. Dabei kann mit dem Oszilloskop die Ansteuerung aller drei Phasen aufgezeichnet werden. Hierzu ist nicht zwingend ein Drei- beziehungsweise Vierkanal-Oszillo-

skop notwendig. Ganz problemlos kann die Aufzeichnung auch mithilfe eines Zweikanal-Oszilloskops erfolgen. Durch eine zweite Messung des Ansteuerungssignalverlaufs ist dabei eine um 120° versetzte Ansteuerung zu erkennen.

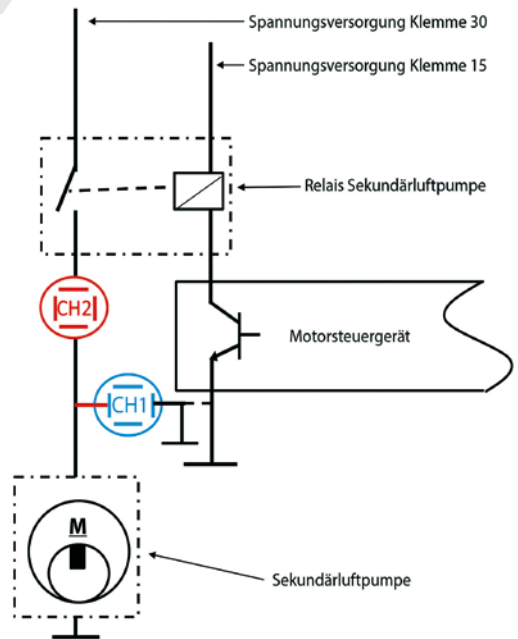
Tipp Eine Störung der AdBlue-Fördereinheit tritt häufig in den Wintermonaten auf. Bei Ausfall der AdBlue-Tank- oder Förderpumpenheizung oder der Begleitheizung für die Förderleitung kann es in den Wintermonaten bei Temperaturen unter -11 °C zu einer zu geringen Förderleistung kommen, da AdBlue im Tank oder in der Förderleitung einfriert.



5.13 Sekundärluftpumpe.

5.4 Die Sekundärluftpumpe (Ottomotor)

Die Sekundärluftpumpe (Ottomotor) wird nach dem Kaltstart angesteuert. Sie pumpt Frischluft in den Abgaskrümmer, wodurch der in der Frischluft enthaltene Sauerstoff mit dem Kohlenmonoxid und den nicht verbrannten Kohlenwasserstoff-Verbindungen, zu Kohlendioxid und Wasser oxidiert. Auf diese Weise wird die Schadstoffemission direkt nach dem Kaltstart reduziert. Die Wärme, die aufgrund des Oxidationsprozesses entsteht, bringt die Lambdasonde und den Katalysator schneller auf Betriebstemperatur. Damit wird eine zusätzliche Reduzierung der Schadstoffemissionen nach dem Kaltstart erreicht. Angesteuert wird die Sekundärluftpumpe vom Sekundärluftpumpen-Relais, das wiederum vom Motorsteuergerät nach dem Kaltstart für zirka drei bis vier Minuten angesteuert wird.



5.14 Anschlussplan einer Sekundärluftpumpe.

8. Der Autor

Gerald Schneehage (51) arbeitete nach der Ausbildung zum Kfz-Mechaniker in verschiedenen Werkstattbetrieben und absolvierte anschließend die Meisterprüfung in seinem Handwerk. Seit 2004 ist er nach einem berufsbegleitenden Studium zum Betriebswirt als Ausbilder bei der Handwerkskammer Hannover tätig. Schneehage ist dort als Lehrgangsleiter in der Lehrlingsausbildung sowie als Seminarleiter für die Servicetechniker-/Meisterfortbildung und für Weiterbildungslehrgänge in der Kraftfahrzeugtechnik tätig. Mit dem Youtube-Kanal ‚E-Learning Kraftfahrzeugtechnik‘ vermittelt Gerald Schneehage kraftfahrzeugtechnisches Fachwissen und praktische Kompetenzen – nach dem Motto „Aus dem Handwerk für das Handwerk.“

Gerald Schneehage ist Autor der Fachbücher ‚Pkw-Gasanlagen in der Werkstattpraxis‘ und ‚Motormanagement/Sensoren‘. Beide Fachbücher – sowie der vorliegende Titel – sind im Krafthand-Shop (www.krafthand-shop.de) erhältlich.



Gerald Schneehage

Motormanagement Aktoren

Aufbau, Funktion, Diagnose

Aktoren setzen elektrische Signale in mechanische oder physikalische Reaktionen um. Beispiele sind Stellmotoren, Pumpen oder Heizelemente. Die Anzahl der Aktoren in modernen Fahrzeugen nimmt aufgrund der gestiegenen Anforderungen an die Motorleistung, den Kraftstoffverbrauch, die Abgasemissionen sowie an Sicherheits- und Komfortfunktionen, ständig zu.

Im Fachbuch *Motormanagement/Aktoren* liefert der Autor Gerald Schneehage einen Überblick über sämtliche relevanten Aktoren in modernen Kraftfahrzeugen und schafft eine stimmige Ergänzung zum Erfolgstitel *Motormanagement/Sensoren*. Die Kraftstoffeinspritzung bespricht Schneehage ebenso wie Magnetventile in unterschiedlichen Funktionen und Ausprägungen. Elektromotoren, Nockenwellensteller, Thermostate, Heizelemente sowie Zündspulen sind ebenfalls Gegenstand seiner Ausführungen. Neu ist das Kapitel zum elektronischen Öldruckregelventil.

Schneehage beschreibt jeweils die Technik und Funktionsweise der Aktoren und geht anhand von Schaltplänen und Signalbildern auf mögliche Diagnoseoptionen, Defekte und Ursachen ein. Er liefert Tipps für den Werkstattalltag und ergänzt seine Beispiele mit praktischen Zusatzinfos.



**Gerald
Schneehage**

„Mit ‚Motormanagement/Aktoren‘ ist es Gerald Schneehage abermals gelungen, ein Standardwerk für den praxisorientierten Kfz-Profi vorzulegen. Schneehage beschreibt technische Details und liefert Anschlusspläne und Signalbilder zu sämtlichen Aktoren in modernen Kfz, die für das Motormanagement verantwortlich sind. Nutzwertige Hintergrundinformationen zur Diagnose ergänzen die einzelnen Kapitel. Ich kann das Buch nur weiter empfehlen.“

Prof. Dr. Martin Burgmer,
Wissenschaftlicher Berater,
Akademie des Deutschen Kraftfahrzeuggewerbes GmbH (TAK),
Bonn.

„Das vorliegende Fachbuch liefert einen umfangreichen Überblick über moderne Aktoren im Kfz. Die komplexen Aufgaben in Zusammenhang mit dem Motormanagement werden detailliert und verständlich dargestellt. Eine Pflichtlektüre für jeden Diagnoseprofi!“

Wilhelm Hölter,
Aus- und Weiterbildung,
Meistervorbereitung, Fachbereich
Kraftfahrzeugtechnik, Handwerks-
kammer Dortmund/Bildungszentrum
Soest