

Das Oszilloskop im Werkstattalltag

+ Messungen
an HV-Fahrzeugen



Grundlagen, Funktionen, Diagnose
Jens Sternbeck

Krafthand Medien GmbH

ISBN 978-3-87441-194-3

Jens Sternbeck

Das Oszilloskop

im Werkstattalltag

Grundlagen, Funktionen, Diagnose



krafthand **medien**

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

ISBN: 978-3-87441-194-3

1. Auflage, März 2025

Autor: Jens Sternbeck
Realisierung/Lektorat: Georg Blenk
Titelgestaltung/Layout: Martin Dörfler
Titelbild: TEXA Deutschland GmbH
Bilder/Grafiken: AVL DiTEST, Georg Blenk, Bosch, Hella Gutmann,
Jens Sternbeck (Autor), Krafthand Medien, Pico, TEXA

Druck und buchbinderische Verarbeitung: Elanders Waiblingen GmbH,
Anton-Schmidt-Straße 15, 71332 Waiblingen
Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten
© Krafthand Medien GmbH
Walter-Schulz-Straße 1 · 86825 Bad Wörishofen
Telefon 082 47/30 07-0 · Telefax 082 47/30 07-70
info@krafthand.de · www.krafthand.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.

Sämtliche Ausführungen in dieser Publikation beziehen sich grundsätzlich sowohl auf die weibliche als auch auf die männliche Form. Zur besseren Lesbarkeit wurde meist auf die zusätzliche Bezeichnung in weiblicher Form verzichtet.

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

Inhalt

Vorwort	9
1. Grundlagen	13
1.1 Der Begriff ‚Spannung‘ – bildhaft erklärt	13
1.2 Spannung im unbelasteten Zustand	14
1.3 Potenzialausgleich	15
1.4 Stromstärke	15
2. Die Grundkomponenten eines Oszilloskops	17
2.1 Was leistet ein Oszilloskop?	17
2.2 Die X- und Y-Achse – Spannung über die Zeit	17
2.3 Trigger	18
2.4 Der Zeitbasisgenerator	22
2.5 Die Kopplung	23
2.5.1 Die DC-Kopplung	23
2.5.2 Die AC-Kopplung	24
2.6 Gleichspannung / Wechselspannung / Mischspannung	25
3. Analoges oder digitales Oszilloskop?	27
3.1 Anschluss-Leitung/Tastkopf	27
3.2 Der Tastkopf	27
3.2.1 Der Tastkopf als Teiler	29
4. Der Aufbau eines digitalen Oszilloskops	31
4.1 Die Digitalisierung und Auswertung des Signals	31
4.2 Der Transienten-Recorder	32
4.3 Der Signalprozessor und der Datenspeicher	34
5. Wichtige Fachbegriffe	35
5.1 Die Abtastrate	35
5.2 Die Speichertiefe	37
5.3 Die vertikale Auflösung	38
5.4 Die Bandbreite	40

6.	Die grundlegende Bedienung eines Oszilloskops	41
6.1	Die Einstellung der x- und y-Achse, die Kopplung	41
6.2	Die Einstellung der Signal-/Trigger-Quelle	42
7.	Anschlussmöglichkeiten	45
7.1	Anpieken vs. Zugang am Stecker	45
7.2	Der Y-Adapter	47
7.3	Die Break-Out Box	47
7.4	Strommesszangen.....	48
7.5	Der Tastkopf in der Werkstattpraxis.....	50
7.5.1	Der Tastkopf-Abgleich	52
7.6	Der Zündspannungs-Adapter.....	53
7.7	Der Differenz tastkopf (Hochvolt)	54
7.8	Der einfache Spannungsteiler	55
7.9	Der Druckwandler	56
7.10	Der Temperatursensor	57
8.	Gleichspannungen mit dem Oszilloskop messen	59
9.	Masseproblematik: Das Messgerät als Teil des Stromkreises	61
9.1	Gemeinsame Masse der einzelnen Kanäle	61
10.	Der Einsatz eines Oszilloskops bei Hochvoltfahrzeugen	65
10.1	Was kann man messen?.....	65
10.2	Spannung der HV-Batterie.....	66
10.3	Die Pilotlinie	66
10.4	Der Spannungsverlauf des E-Antriebes	67
10.5	Die Überprüfung des Resolvers.....	67
11.	Funktionen für Fortgeschrittene	69
11.1	Signal-Zusatzinformationen	69
11.2	Spezielle Trigger-Funktionen.....	70
11.2.1	Pre-Trigger	70
11.2.2	Externe, kanalgetrennte Triggerung.....	71
11.3	Die Alarmfunktion.....	71
11.4	Signale vermessen.....	72

12. Die Messung mechanischer Größen	75
12.1 Die Messung von Abgasdruck/-Gegendruck	76
12.2 Die absolute Kompression	76
12.3 Die relative Kompression	77
13. Weitere Funktionen für Profis	79
13.1 Besondere Trigger-Funktionen	79
13.1.1 Die Trigger-Funktion ‚Impulsbreite‘	79
13.1.2 Die Trigger-Funktion ‚Fenster‘	79
13.1.3 Die Trigger-Funktion ‚Ebenen-Aussetzer‘	81
13.2 Rechenkanäle/mathematische Funktionen	81
13.3 Die Messung von Datenbus-Signalen	82
13.4 Die Messung der Generator-Oberwelligkeit	83
13.5 Das Maskenfenster	84
14. Unterschiedliche Gerätekonzepte	87
14.1 Das PicoScope 4225A und 4425A (warte noch auf Freigabe)	87
14.2 Das AVL-DiTEST Scope 1400	90
14.3 Das FSA 500 von Bosch (warte noch auf Freigabe)	92
14.4 Der mega macs X Baukasten inklusive Oszilloskop	93
14.5 Das UNIProbe von TEXA	95
Der Autor	97
Stichwortverzeichnis	99

Vorwort

In meinen Schulungen, mit denen ich zahlreiche Bereiche der Fahrzeug- und Diagnosetechnik abdecke, treten mir die Teilnehmer(innen) oft mit Skepsis entgegen, wenn es um die Anwendung eines Oszilloskops geht. Die Bedenken beruhen entweder auf der Annahme, dass es zu kompliziert zu bedienen ist oder die meisten Diagnosefälle auch ohne Oszilloskop lösbar sind. Deswegen eines vorab: Dem ist beileibe nicht so!

Mit dem vorliegenden Buch möchte ich eine Hilfestellung anbieten und aufklären, was mit einem Oszilloskop alles machbar ist und vor allem wie hilfreich der Einsatz bei der Fahrzeugdiagnose sein kann. Es eignet sich sowohl für Neulinge und Einsteiger als auch für erfahrene Diagnose-Profis, die ihr Wissen auffrischen wollen.

„Viele Kfz-Profis wissen gar nicht mehr, wie ohne den Einsatz eines Oszilloskops eine fundierte und punktgenaue Diagnose stattfinden soll. All jene, die bewusst ein Oszilloskop als Messwerkzeug in ihren Werkstattalltag integriert und dadurch erhebliche Diagnoseerfolge erzielt haben, wollen es nicht mehr missen!“, so Hannes Bloder, Messtechnik-Spezialist bei AVL-Ditest

Tatsächlich erlebe ich im Rahmen meiner Trainings immer wieder, dass die Begeisterung für das Thema mit Zunahme der Erkenntnisse immer weiter ansteigt. Ein Oszilloskop liefert nicht nur einen deutlichen Mehrwert im Werkstattalltag, sondern es trägt auch maßgeblich zum Verständnis der Fahrzeugelektronik bei.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg bei dem Einstieg in das Thema ‚Oszilloskop‘ und viele neue Erkenntnisse für Ihre praktische Arbeit.

Ihr



Jens Sternbeck

2. Die Grundkomponenten eines Oszilloskops

Nachfolgend werden der Aufbau und die grundlegenden Funktionen eines Oszilloskops erklärt. Wir beginnen mit den Anschlussbuchsen. Für jeden Messkanal ist eine eigene Eingangsbuchse vorhanden. In der Regel werden die Eingänge (Messkanäle) mit ‚CH1‘ beziehungsweise ‚CH2‘ bezeichnet. An die Eingänge wird ein Messadapter angeschlossen. Es handelt sich um eine einfache Messleitung mit Bananenstecker, einen speziellen Messadapter oder um einen Tastkopf.

Bei ‚stand-alone‘ Oszilloskopen ist ein Display, mitunter mit Touchscreen eingebaut, um die Signale darzustellen. Andere Anbieter setzen auf eine Laptop-basierte Variante und nutzen dazu den Bildschirm eines Laptops oder PCs.

thoden weit voraus und bietet zahlreiche Vorteile!

Zur korrekten Einordnung ist es zudem wichtig zu wissen, dass es sich bei einem Oszilloskop grundsätzlich um ein Spannungsmessgerät handelt. Moderne Oszilloskope haben mehrere tausend Ohm Eigenwiderstand, sodass so schnell nichts kaputt gehen kann. Es gibt jedoch einige Spezialfälle, die wir an späterer Stelle dieses Buches ausführlich beschreiben.

Info

Ein Oszilloskop misst die Spannung und stellt die Werte über den Zeitverlauf (Zeitachse t) im Display dar.

2.1 Was leistet ein Oszilloskop?

Was leistet ein modernes Oszilloskop? Viele Kfz-/Nfz- sowie Land- und Baumaschinen-Mechatroniker haben erstmal Vorbehalte, was die Nutzung eines Oszilloskops angeht. Kann ich damit Bauteile zerstören? Bin ich überhaupt in der Lage die Messergebnisse richtig zu interpretieren? **Vorab sei gesagt: Bei korrekter Handhabung ist die Fehlersuche mit einem Oszilloskop anderen Messme-**

2.2 Die X- und Y-Achse – Spannung über die Zeit

Entsprechend einem mathematischen Koordinatenkreuz ist das Display in eine X-Achse und eine Y-Achse eingeteilt. Regelmäßig wird auf der X-Achse der Zeitverlauf dargestellt und auf der Y-Achse der Messwert in Volt. Dabei ist die Messbereichsauswahl, ähnlich wie bei einem Multimeter, entscheidend, um eine aussagekräftige Darstellung der Messwerte zu gewährleisten.

2 Die Grundkomponenten eines Oszilloskops

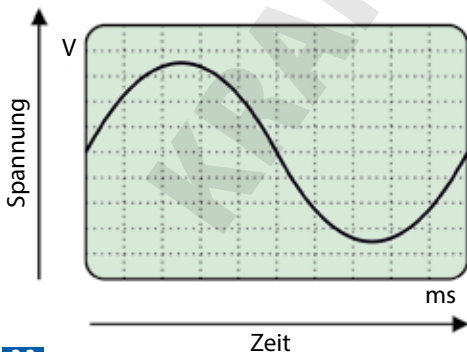


2.1

*Spannungsverlauf (Y)
über die Zeitachse, X:*

Eine der wichtigsten Einstellungen am Oszilloskop ist die sogenannte Zeitbasis. Sie gibt an, wie lange die Signallinie benötigt, um einmal von links nach rechts (auf der X-Achse), beziehungsweise von einer Rasterlinie zur anderen, zu wandern. Dies

kann zwei Sekunden dauern oder auch tausendmal pro Sekunde geschehen. Viele Oszilloskope nutzen auch die Einheit Zeit/Div. Gemeint ist die Zeit, die das Signal von einer Gitternetzteilung zur anderen benötigt.



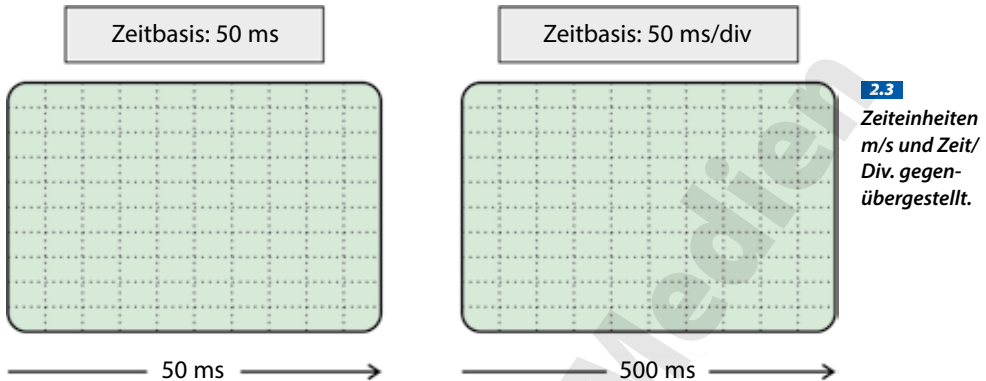
2.2

*Schematische Darstellung einer Sinuskurve.
Spannungsverlauf (V) über die Zeit (m/s).*

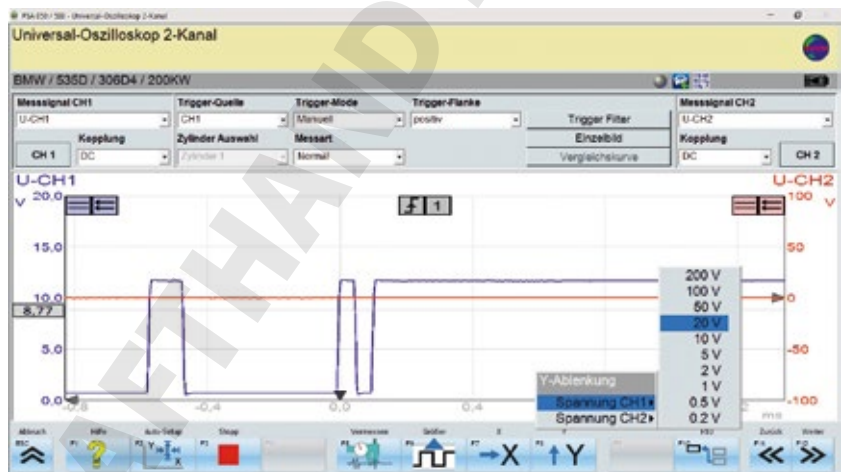
Die vertikale Y-Achse beschreibt den Spannungs-Messbereich in Volt. Dargestellt wird die Änderung je Zeitwert. Um eine relevante Aussage treffen zu können, ist die richtige Einstellung des Messbereiches ausschlaggebend (siehe Bild 2.4).

2.3 Trigger

Für Einsteiger, die sich erstmals mit dem Oszilloskop in der Werkstatt auseinanderzusetzen, ist die Trigger-Funktion etwas geheimnisvolles. An dieser Stelle soll dem



2.4
Die Einstellung
des Messbe-
reichs von 0,2
bis 200 V.



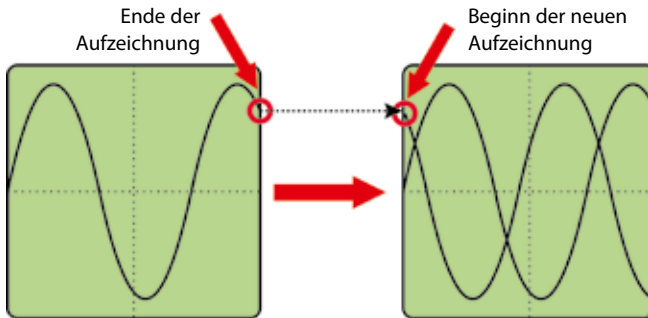
Trigger der Schreken genommen werden, wir erläutern verständlich die Funktion.

Was passiert bei einer Messung ohne Trigger? Die aufgezeichnete Kurve startet an einem Punkt auf dem Monitor und kommt am Ende an. Ohne Trigger-Funktion würde die Kurve jetzt an einem undefinierten Punkt und 'irgendwann' am Anfang wieder neu starten. In diesem Fall

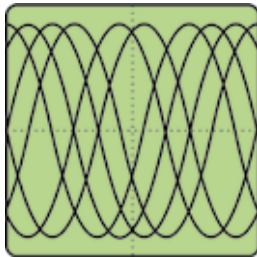
würden sich bei einer hohen Wiederholrate des Signals in kurzer Zeit mehrere Signal-Darstellungen in unterschiedlichen Positionen auf dem Bildschirm zeigen.

Damit das Signal synchron über die Messdauer abgebildet wird, sorgt der Trigger durch einen Schaltvorgang dafür, dass die Spannung erst wieder auf dem Display dargestellt wird, wenn ein bestimmter

2 Die Grundkomponenten eines Oszilloskops

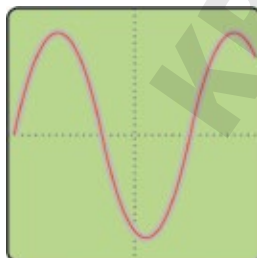


2.5
Der Trigger löst beim Oszilloskop einen Schaltvorgang aus. So synchronisiert die Trigger-Funktion immer wieder die Darstellung der Messkurve auf dem Monitor, sie läuft quasi optisch konstant durch.



2.6
Überlagerung der Messkurven, ohne Trigger-Funktion.

Spannungswert am Messpunkt erreicht ist. Dadurch wird bei einem beispielhaften Sinus-Signal die neue Linie immer genau über die alte geschrieben, so lange sich das Signal nicht ändert.



2.7
Signalüberlagerung alt und neu.

Der Trigger-Pegel, die Trigger-Flanke

Der Trigger-Pegel ist der Spannungswert, ab dem das Auslösen einer Signaldarstellung gestartet wird. Die Frage, die sich stellt: Trifft das Messsignal in seiner ansteigenden oder in seiner absinkenden Phase auf den Start-Pegel? Eine Einstellung am Oszilloskop ermöglicht deshalb wahlweise die Signal-Darstellung des Trigger-Pegels bei einem ansteigenden oder einem abfallenden Signalverlauf.

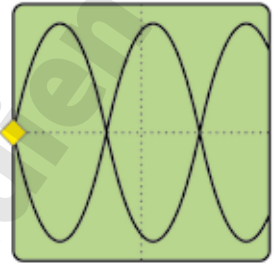
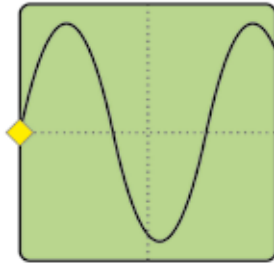
In der Physik hat sich eine bestimmte Bezeichnung von Signalbereichen etabliert. Immer dann, wenn ein Signal sehr schnell den Wert ändert, also das Signal besonders schnell ansteigt oder abfällt, spricht man von Signal- oder Triggerflanke.

Was die Triggerung angeht, existieren noch weitere Sonderfunktionen. Auf diese kommen wir später noch zurück.

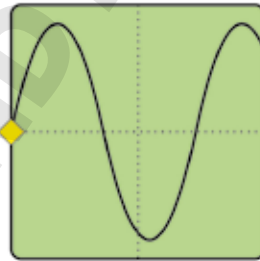
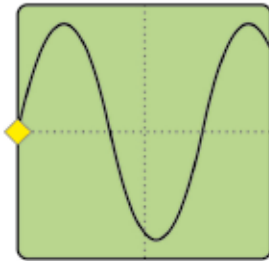
2.8
Je nach Einstellung kann das Signal positiv oder negativ dargestellt werden.

Triggerpegel

0 V

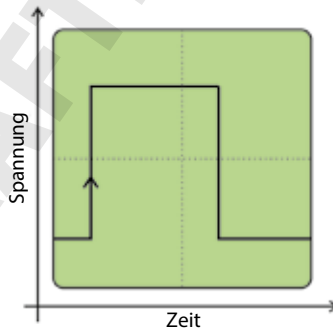


Triggerflanke

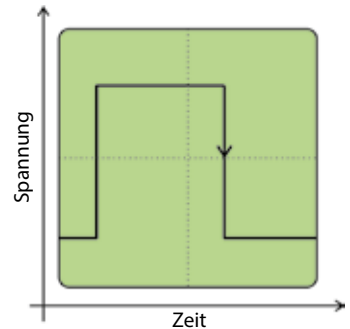


2.9
Die Trigger-Flanke legt fest, ob sich der Triggerpunkt auf der ansteigenden oder abfallenden Signalfanke befindet.

2.10
In der Messtechnik spricht man beim Oszilloskop von der Einstellung der ‚Signal- oder Triggerflanke‘.



steigende Flanke

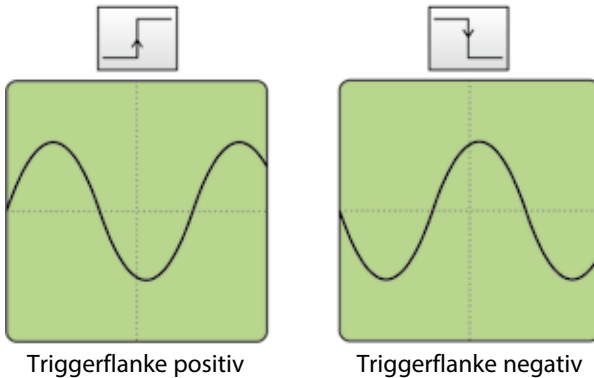


fallende Flanke

Trigger-Quelle	Trigger-Mode	Trigger-Flanke	Trigger Filter
CH1	Manuell	positiv	Einzelbild
Zylinder Auswahl	Messart	positiv	Vergleichskurve
Zylinder 1	Peak/Peak	negativ	

2.11
Das Menü eines Oszilloskops zur Einstellung der Triggerflanke.

2 Die Grundkomponenten eines Oszilloskops



2.12

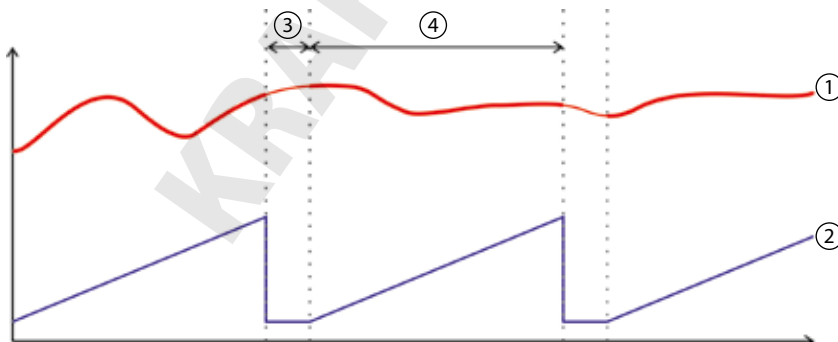
Je nach Einstellung wird das Signal mit ansteigender und abfallender Flanke dargestellt.

2.4 Der Zeitbasisgenerator

Der Trigger startet den sogenannten Zeitbasis-Generator zum Start der Signalaufzeichnung. Der Zeitbasisgenerator erzeugt eine zeitlineare, sägezahnförmige Ablenkspannung. Die Ablenkdauer beziehungsweise die Ablenkgeschwindigkeit ist über ein Potenziometer oder einen Wahlschalter einstellbar. Der Zeitbasisgenerator ist für die exakte Darstellung der Kurve verantwortlich.

Betriebsarten des Zeitbasisgenerators

- normale Triggerung (NORM). Das Trigger-Signal bewirkt einen Ablenkablauf, danach verharrt der Generator in Ruhe, bis erneut eine Trigger-Bedingung wirksam wird.
- automatische Triggerung (AUTO). Bei Abwesenheit des Trigger-Signals wird der Zeitbasisgenerator zyklisch ausgelöst (Freilauf). Liegt kein Messsignal an,



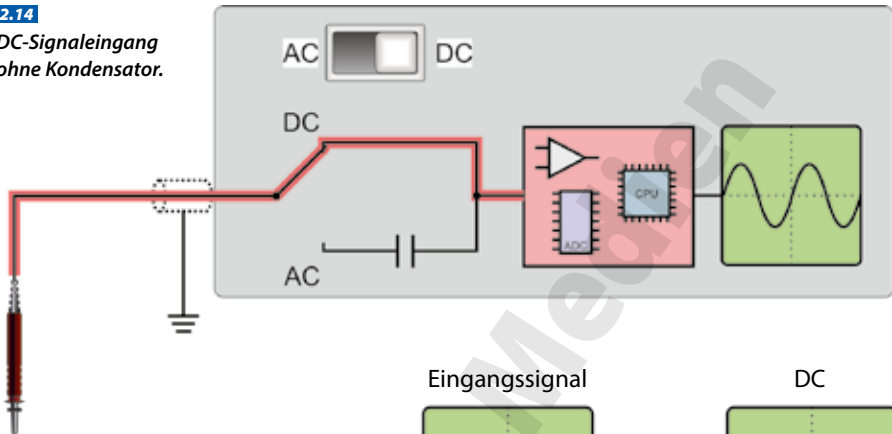
2.13

Darstellung der Sägezahnkurve des Zeitbasisgenerators.

- ① Eingangssignal
- ② Zeitbasisgenerator
- ③ nicht dargestellter Bereich
- ④ dargestellter Bereich

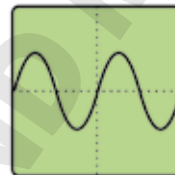
2.14

**DC-Signaleingang
ohne Kondensator.**



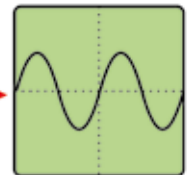
ist eine waagerechte Linie zu sehen. Wird ein Trigger-Signal generiert, geht der Zeitbasisgenerator in den Normalbetrieb über.

Eingangssignal



Wechselspannung

DC



2.5 Die Kopplung

Der Begriff ‚Kopplung‘ beschreibt die Art und Weise, wie ein Signal vom Messgeräteingang zur Auswerte-Elektronik gelangt und welchen Einflüssen das Signal dabei ausgesetzt ist.

2.5.1 Die DC-Kopplung

Die Kopplungs-Funktionen (DC/AC) sind eine Besonderheit beim Oszilloskop. Während man vom Multimeter kennt, dass man Gleichspannungsmessungen zwingend im DC-Bereich und Wechselspannungsmessungen zwingend im AC-Bereich durchführt, ist dies beim Oszilloskop etwas anders.

Auch das Signal beim Oszilloskop verläuft natürlich durch den Messeingang

2.15

Auch eine Wechselspannung wird über die DC-Kopplung angezeigt.

DC = Direct Current,
Gleichstrom/Gleichspannung
AC = Alternating Current,
Wechselstrom/Wechselspannung

über elektronische Schaltungen, um dann im Display dargestellt zu werden. DC-Kopplung bedeutet, dass das Oszilloskop alle Anteile des Signals darstellt. Wohingegen bei der reinen AC-Kopplung die DC-Anteile gefiltert und unterdrückt werden.

2 Die Grundkomponenten eines Oszilloskops

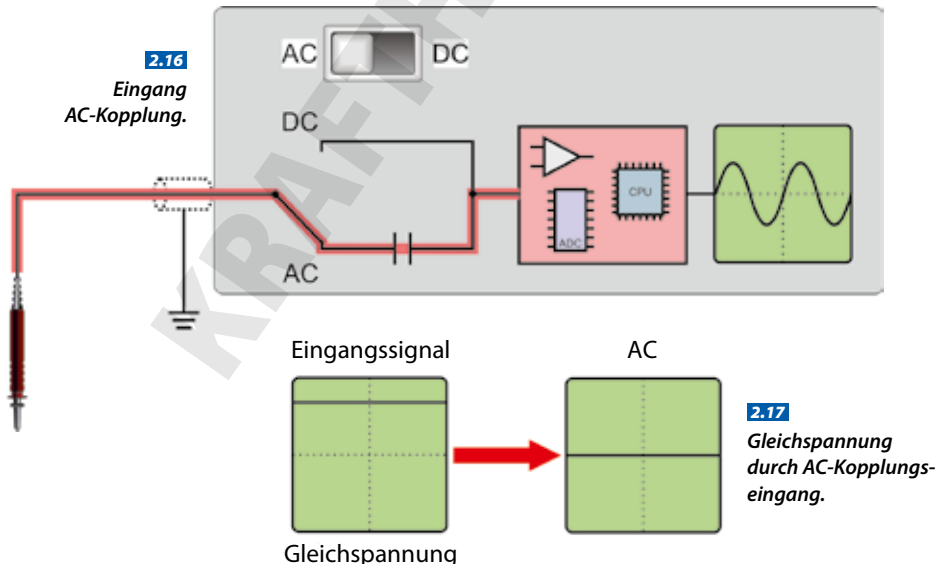
2.5.2 Die AC-Kopplung

Die AC-Kopplung ist durch einen in Reihe geschalteten Kondensator im Eingangskreis gekennzeichnet. Das Bauteil blockiert jedes Weiterleiten von Gleichspannungsanteilen, lässt aber Wechselspannungssignale durch. Das heißt im Klartext, dass im AC-Kopplungs-Eingang eventuell vorhandene Gleichspannungen oder bei Misch-Spannungen die Gleichspannungsanteile nicht weiter in das Messgerät gelangen, deshalb nicht erfasst und auch nicht dargestellt werden.

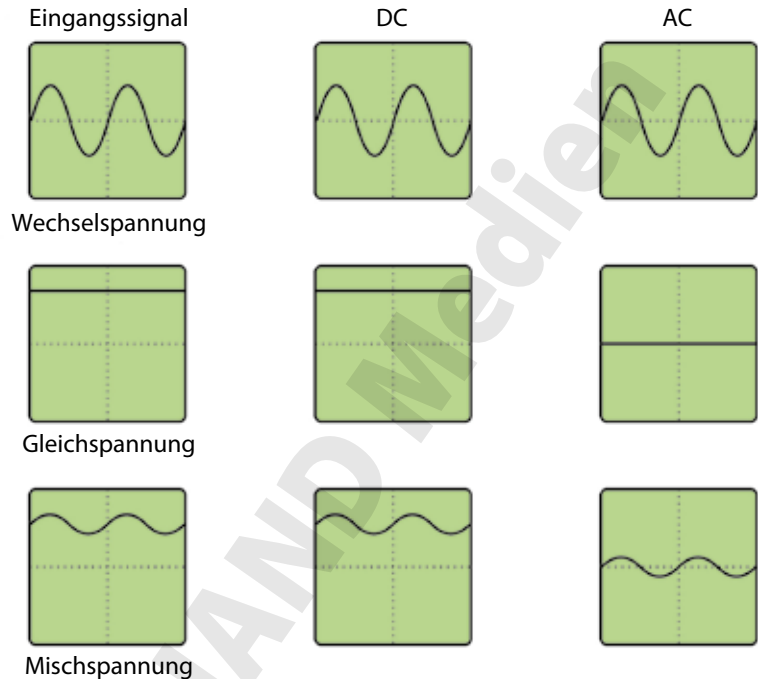
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei einem Oszilloskop im DC-Kopplungs-Modus alle Signale erfasst und dargestellt werden. Im AC-Kopplungs-Modus werden die Gleichspannungsanteile herausgefiltert.

Kondensator

Ein Kondensator ist ein elektrisches Bauteil, welches in einem Gleichstromkreis die elektrische Ladung und die damit zusammenhängende Energie statisch in einem elektrischen Feld speichert und quasi blockiert. Die gespeicherte Ladung pro Spannung wird als elektrische Kapazität bezeichnet. Beim Kondensator sind zwei Elektroden durch ein sogenanntes Dielektrikum getrennt. Je nach Größe der Bauteile und Art des Dielektrikums entstehen die gewünschten Eigenschaften des Kondensators.



2.18
*Spannungsarten
bei unterschied-
licher Kopplung
(DC/AC).*



2.6 Gleichspannung / Wechselspannung / Mischspannung

Von **Gleichspannung** spricht man, wenn der elektrische Strom immer in die gleiche Richtung fließt, die Elektronen also ausschließlich vom Plus zum Minuspol fließen. Dabei ändert sich die Polarität nicht. Die meisten elektrischen Geräte arbeiten mit Gleichspannung.

Von **Wechselspannung** spricht man, wenn die Polarität in regelmäßigen Abständen wechselt, also der Strom mal vom Pluspol und mal vom Minuspol zum anderen Pol fließt. Der arithmetische Mittelwert (Durchschnittswert) im Zeitverlauf ist regelfällig null. Es muss sich allerdings

nicht zwingend um eine homogene Sinus-Schwingung handeln. Es können auch inhomogene Signalformen auftreten.

Eine **Mischspannung** ist eine Spannung, die gleichzeitig Gleichspannung und Wechselspannung in einem Signalverlauf kombiniert, also mischt. In diesen Fällen erscheint die Spannung in der Regel so, dass ein Wechselspannungsverlauf sichtbar ist, dieser aber nicht in der Summe einen symmetrischen Nulldurchgang hat.

In Bild 2.18 wird dargestellt, wie sich die einzelnen Spannungsarten am Beispiel einer Sinus-Schwingung bei den unter-

2 Die Grundkomponenten eines Oszilloskops

schiedlichen Einstellungen des Oszilloskops im Display zeigen. Das Verständnis dafür ist wichtig, um nicht durch versehentlich falsche Kopplungseinstellungen Fehler im Signalverlauf zu erhalten und damit in der Interpretation des Signals im Werkstattalltag falsche Schlüsse zu ziehen!

KRAFTHAND Medien

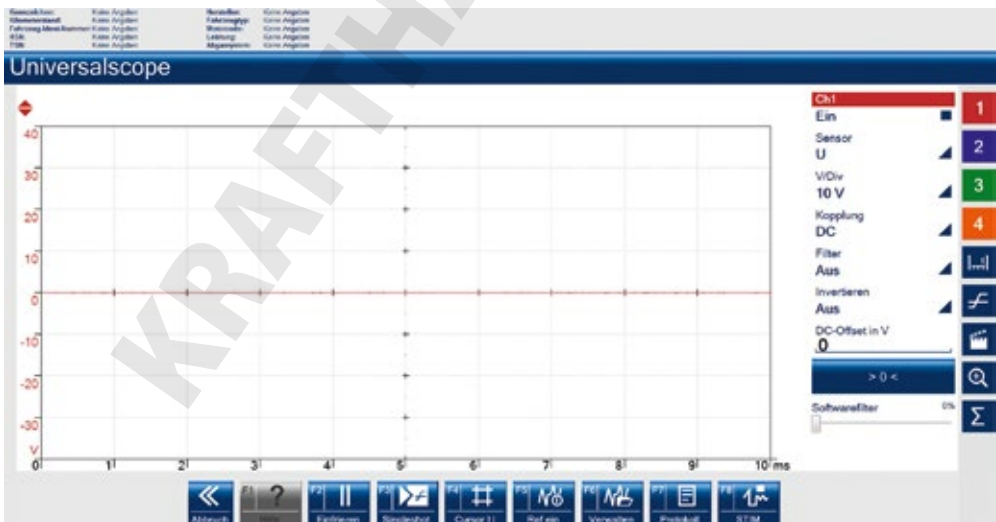
6. Die grundlegende Bedienung eines Oszilloskops

Jedes Oszilloskop bietet eine Vielzahl von Einstell- und Anschlussmöglichkeiten, die je nach Hersteller und Einsatzart unterschiedlich sind. Allerdings sind bestimmte Grundeinstellungen bei nahezu fast jeder Anwendung identisch durchzuführen. Um diese Grundeinstellungen geht es nachfolgend. Beherrscht man diese wenigen Schritte, kann man mit annähernd jedem Oszilloskop rasch das Signal korrekt auf dem Bildschirm darstellen.

6.1 Die Einstellung der x- und y-Achse, die Kopplung

Vor einer (ersten) konkreten Messung muss das Oszilloskop zuerst in seine Grundeinstellungen gebracht werden. Das heißt: Alle Sonderfunktionen/Buttons sind nicht aktiviert, beziehungsweise es sind keine Funktionen zugeschaltet. Das Oszilloskop ist jetzt betriebsbereit.

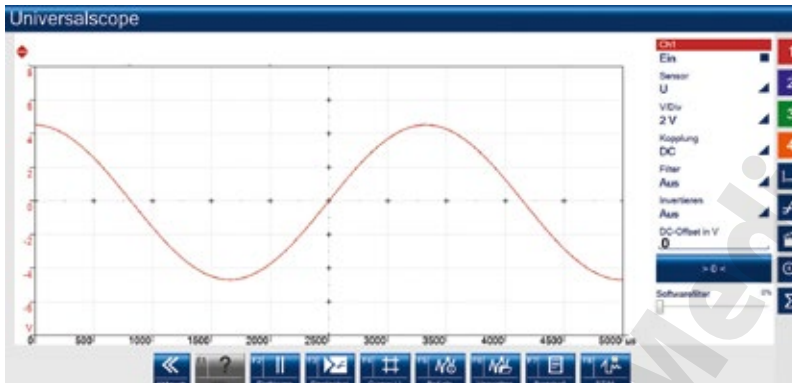
Da wir in der Werkstattpraxis entweder schnell ein Signal betrachten möchten oder aber kleine Ausreißer im Signalver-



6.1

Beispiel: Das Hauptmenü eines (digitalen) Oszilloskops.

6 Die grundlegende Bedienung eines Oszilloskops



6.2

Stehendes Signal nach der Grundeinstellung.

lauf von Gleichspannungen gesucht werden, mach es Sinn, zunächst die x- und y-Achs-Einstellungen in eine Starteinstellung zu bringen. Empfehlenswert ist eine Zeitbasis-Einstellung von 100–200 ms/Div. Für die Spannungseinstellung (V/Div.) empfiehlt sich 5 V/Div. Das Signal sollte vollständig auf dem Monitor zu sehen sein.

Die Kopplung stellen wir zunächst auf ‚DC‘. So können Wechsel- und Gleichspannung sicher dargestellt werden.

6.2 Die Einstellung der Signal-/Trigger-Quelle

Die Signal- sowie die Trigger-Quelle muss auf den Kanal eingestellt werden, über den auch gemessen wird. Ansonsten kann keine Darstellung oder zumindest keine Triggerung, also Synchronisation des Signals, erfolgen. Sofern ein Trigger-fähiges Signal am Messeingang anliegt, sollte mit Anpassung der Einstellungen der Zeit-



6.3

Messung des Einspritzsignals eines indirekt-einspritzenden Benzin-Motors nach korrektem Anschluss der Messleitungen.

6.4

Messung des Einspritzsignals nach Einstellung auf 10 ms/Div.
(hier: zwischen 50 – 60 ms).



6.5

Das Oszilloskop ist korrekt eingestellt, die Kurve des Einspritzsignals ist sehr gut erkenn- und damit interpretierbar.

basis (Time/Div) und der Spannungsachse (V/Div) ein ‚stehendes Bild‘ auf dem Bildschirm erscheinen.

Das Signal in Bild 6.3 ist wenig aussagekräftig. Die korrekte Einstellung der Zeitbasis ergibt ein deutlicheres Bild. Ein Einspritz-Signal wie wir es vorliegen haben, weist im Leerlauf eine Einspritzzeit von rund 2–4 ms auf. Die Zeitbasis sollte deshalb zunächst auf einen etwas größeren Wert, beispielsweise 10 ms/Div einge-

stellt werden. Die Kurve verändert sich wie in Bild 6.4 dargestellt.

Grundsätzlich gilt: Wir stellen jedes Signal so groß und deshalb aussagekräftig wie möglich dar. Gleichzeitig sollten keine Details fehlen. Nachjustieren ist deshalb stets zielführend. Sind Zeitbasis und wie hier die Spannungsachse korrekt eingestellt, ergibt sich die Darstellung in Bild 6.5.

13. Weitere Funktionen für Profis

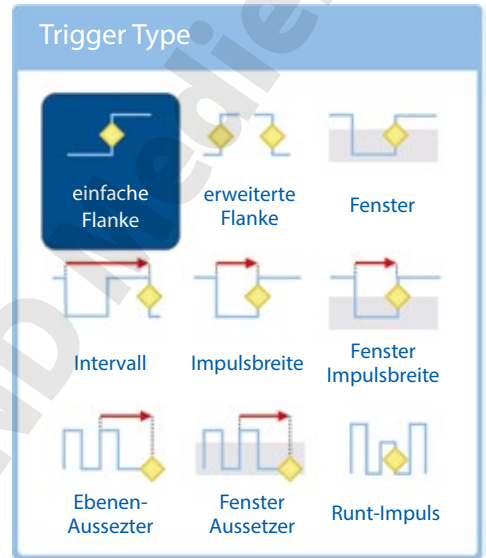
In diesem Kapitel beschreiben wir weitere, spezielle Funktionen eines Oszilloskops. Die Anwendung setzt einiges an Fachwissen und Erfahrung voraus. Allerdings zeigen die Beispiele auch, welche hochinteressanten Möglichkeiten sich dem Werkstatt-Profi bieten, wenn er sich intensiv mit dem Thema Oszilloskop auseinandersetzt.

13.1 Besondere Trigger-Funktionen

Neben den bereits beschriebenen Trigger-Funktionen, bieten einige Hersteller von Oszilloskopen weitere, komplexere Funktionen an. Bild 13.1 zeigt Beispiele verschiedener Trigger-Typen. Auszugsweise erläutern wir nachfolgend die wichtigsten Funktionen.

13.1.1 Die Trigger-Funktion ‚Impulsbreite‘

Wie im Menü in Bild 13.2 zu erkennen ist, setzt das Oszilloskop einen Trigger, sobald die vorher definierte Impulsbreite überschritten wird. Zusätzlich sind die Trigger-Quelle und die Trigger-Spannung, sprich der Trigger-Pegel, einstellbar. Die Funktion ‚Impulsbreite‘ kann hilfreich sein, wenn Signale mit spezieller Mindest-Impulsbreite gesucht werden, um dann eine Triggerung auszulösen. Da heute viele



13.1

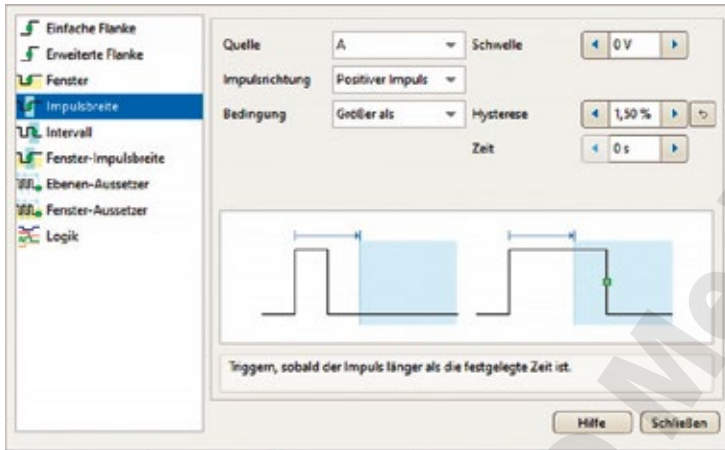
Unterschiedliche Trigger-Typen.

Funktionen in der Fahrzeugelektronik in Abhängigkeit spezieller Pulsbreiten bestimmte Funktionen freigeben, wird diese Option immer wichtiger.

13.1.2 Die Trigger-Funktion ‚Fenster‘

In Bild 13.3 sind plakativ Signallinien angedeutet, die in hellgelbe Rechtecke hinein- und wieder hinauslaufen. Die gelben Rechtecke sind unsere Signalfenster. Die Schwellenwert 1 und 2 sind

13 Weitere Funktionen für Profis

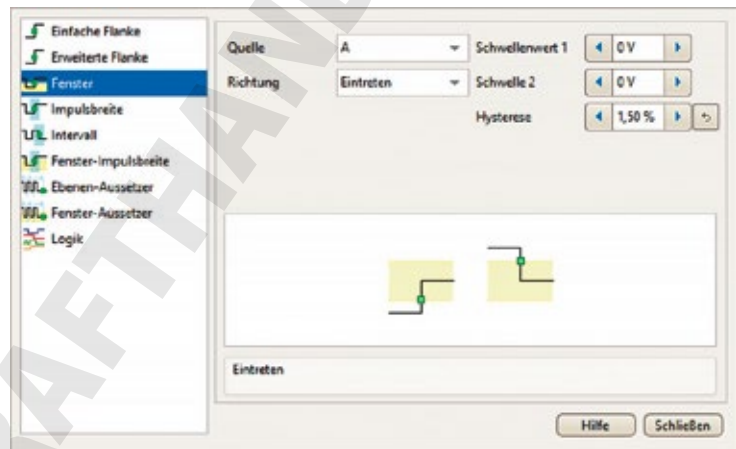


13.2

Die Triggerfunktion
'Impulsbreite'.

13.3

Die Trigger-Funktion
'Fenster'. Die Mess-
wertgrenzen sind
frei wählbar.

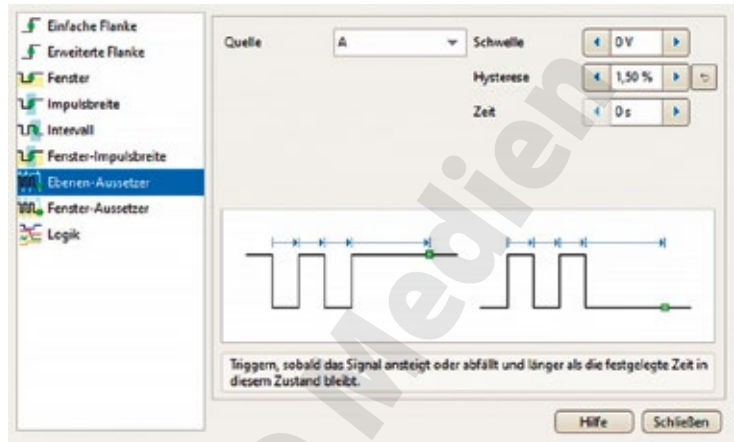


frei einstellbar. Diese Funktion kann genutzt werden, um Signale, die sich zwischen oder über den Schwellenwerten befinden, zu finden. Wenn man ein fehlerhaftes Signalverhalten aufspüren möchte (insbesondere bei sporadischen Ereignissen) und das Signalfenster normalerweise

ein unzulässiger Bereich ist, triggert das Oszilloskop und zeichnet damit den Fehler auf.

Wenn zum Beispiel nach einem Anstieg des Eingangssignals über die eingestellte Trigger-Schwelle hinaus, die Reaktion auf dieses Signal (von der Software) verzögert

13.4
Trigger-Funktion
„Ebenen-Aussetzer“:



wird, spricht man von ‚Hysterese‘. Beispielsweise erfolgt das Stoppen der Signalaufzeichnung des Mess-Signals verzögert, um eine bestimmte Zeit nach dem Trigger-Ereignis das Signal zu speichern.

13.1.3 Die Trigger-Funktion „Ebenen-Aussetzer“

Die Funktion ‚Ebenen-Aussetzer‘ ermöglicht das Triggern, wenn die Signalspannung um einen bestimmten (einstellbaren) Wert abfällt oder ansteigt und dann länger als eine festgelegte Zeitdauer in diesem Zustand verweilt. Die Funktion kann man einsetzen, wenn bei einer komplexen Fehlersuche (zum Beispiel im Bereich der Klemmensteuerung oder der Zentralverriegelung), Signale mit bestimmter Zeitdauer abgefragt werden sollen, oder abweichende Signale gesucht werden.

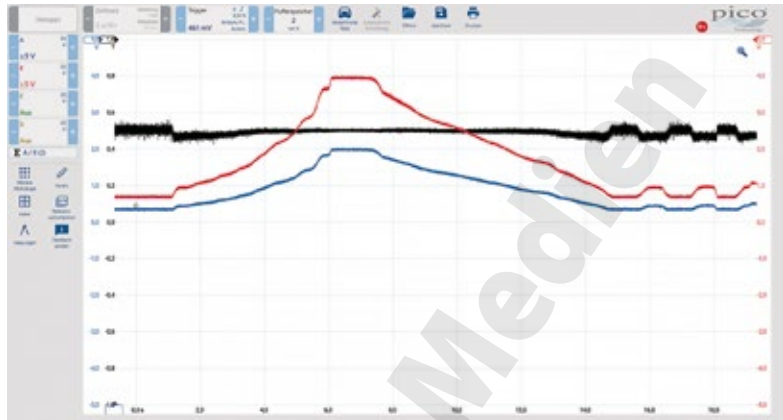
13.2 Rechenkanäle/ mathematische Funktionen

Die Funktion ‚Rechenkanäle‘ oder auch ‚mathematische Funktionen‘ genannt, sind bei komplizierten Diagnosefällen, beispielsweise bei fehlerhaften Wegesensoren, nützlich. Bei unserem Beispiel geht es um einen Pedalwertgeber des Volkswagenkonzerns (Das Fahrzeug ist Baujahr 2017). Sensoren dieser Art sind meist redundant aufgebaut. Sie verfügen also über zwei funktional gleiche Signal-Erfassungssysteme. Das Ziel ist es, den Pedalwertgeber ausfallsicher zu machen. Die beiden Signale stehen mathematisch in Zusammenhang. Betrachtet man das System genau, ist bei voll ausgeschlagenem Sensor die Spannung 1 bei 4 Volt und die Spannung 2 bei 2 Volt. Dies bedeutet im Hinblick auf die Begutachtung der gesamten Messkurve, dass immer Spannung 1 doppelt so groß ist wie Spannung 2.

13 Weitere Funktionen für Profis

13.5

Signalkurven eines
redundanten
Pedalwertgebers
in der Funktion
'Rechenkanäle'.



Interessant ist es nun, wenn Sie versuchen, die beiden Spannungen (nur blau gegen rot) optisch zu bewerten. Auf den ersten Blick würden die meisten Techniker sagen, der Sensor ist in Ordnung. Ein Tausch auf Verdacht, kommt bei einem Pedalwertgeber aufgrund der Kosten ehedem nicht in Betracht.

Steht Funktion 'Rechenkanäle/Mathematische Funktion' zur Verfügung, wird ein sogenannter Rechenkanal generiert. Dieser Rechenkanal zeigt eine Spannung an, die sich an der eingefügten Rechen-Formel orientiert. In unserem Fall kommt es nicht auf den absoluten Messwert an. Denn, immer wenn wir die Spannung 2 durch die Spannung 1 teilen, müssten wir auf das Ergebnis 0,5 kommen. Aus diesem Grund wird in Bild 13.5 auch eine (schwarze) 0,5-Linie angezeigt. Wäre in unserem Fall der Sensor in Ordnung, wäre diese Linie komplett gerade, ohne Abweichungen. Da dem nicht so ist und eindeutig eine Kurvenbildungen sichtbar ist,

lässt sich daraus schließen, dass der Sensor defekt ist.

13.3 Die Messung von Datenbus-Signalen

Die Messung von Datenbus-Signalen muss grundsätzlich im Zweikanal-Modus durchgeführt werden. Die Spannungsbereiche sind entsprechend den zu erwartenden herstellerspezifischen Werten vorab einzustellen.

Bei der Auswertung von Datenbus-Signalen, sind folgende Punkte zu beachten:

- Ist ein spiegelbildlich-gleiches Signal auf beiden Kanälen vorhanden?
- Sind saubere und korrekte Spannungspegel der einzelnen Signale vorhanden?
- Existieren sauber-getrennte Signalkomplexe und Pausenzeiten?
- Bestehen keine Signallücken auf einer Seite?

Das Oszilloskop im Werkstattalltag

Grundlagen, Funktionen, Diagnose

Oszilloskope erlauben eine exakte und gezielte Signalerfassung und bieten damit erhebliche Vorteile bei der Fehlerdiagnose. Was der Fahrzeug-Profi beim Einsatz eines Oszilloskops beachten muss und welche zahlreichen Diagnoseoptionen sich eröffnen, erklärt Jens Sternbeck im neuen Fachbuch „Das Oszilloskop im Werkstattalltag“.

Er beschreibt die Grundlagen, die Komponenten und den Aufbau eines Oszilloskops, bevor er auf die Bedienung und die Anschlussmöglichkeiten eingeht. Wichtige Fachbegriffe erklärt er anhand von Beispielen und arbeitet die Vorteile des Einsatzes eines Oszilloskops inklusive der entsprechenden Software heraus.

Im praktischen Teil des Fachbuches führt Sternbeck zahlreiche Messungen durch, sodass der Leser in die Lage versetzt wird, in der Werkstattpraxis ein Oszilloskop zielführend einzusetzen. Er skizziert die Anschlussmöglichkeiten und vergleicht die Ergebnisse, beispielsweise mit den Werten eines Multimeters.

Ein umfangreiches Kapitel zu Messungen an Hochvoltfahrzeugen, ein weiteres zu Sonderfunktionen und zur Messung mechanischer Größen rundet den praktischen Teil ab. Einen noch tieferen Einstieg liefert zusätzlich einem Kapitel zu erweiterten Funktionen.



Jens Sternbeck

„Das Fachbuch ‚Das Oszilloskop im Werkstattalltag‘ liefert nicht nur die mess- und funktionstechnischen Grundlagen, sondern bietet einen umfassenden Überblick mit zahlreichen Beispielen, um die Vorteile eines Oszilloskops bei der Fehlerdiagnose im Werkstattalltag zu nutzen.“

Bernd Wohlschlager
Inhaber und Geschäftsführer,
Auto-Wohlschlager, Rohrdorf