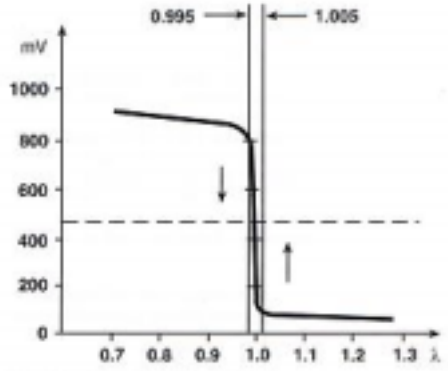
Lambdasonde

Allgemeines

Durch immer strengere Abgasvorschriften ist die Automobilindustrie verpflichtet die Abgasemissionen ihrer Fahrzeuge weiter zu reduzieren. Aus diesem Grund werden in fast alle Fahrzeuge mit Ottomotoren Drei-Wege-Katalysatoren eingebaut. Um eine gute Konvertierungsrate des Katalysators, und eine optimale Funktionsweise des Motors zu erreichen, muss das Kraftstoff-Luftgemisch kontinuierlich überwacht und angepasst werden. Diese Aufgabe übernimmt die Lambdasonde und das Motorsteuergerät

Funktionsweise



Um eine optimale vollständige Verbrennung zu erreichen muss das Kraftstoff-Luftgemisch ca. 1:14,5 betragen. Dieses Verhältnis wird auch als λ=1 bezeichnet. Um immer das optimale Verhältnis zu gewährleisten misst die Lambdasonde den Restsauerstoffgehalt im Abgas. In Abhängigkeit des Restsauerstoffs wird mittels einer Spannung dem Motorsteuergerät ein fettes oder mageres Gemisch angezeigt. Das Steuergerät regelt mit diesen Messdaten die optimale Gemischzusammensetzung. Dieses System wird als geschlossener Regelkreis bezeichnet. Die Messung des Restsauerstoffgehalts erfolgt durch zwei verschiedene Arten von Lambdasonden: Zirkondioxid-Sonden und Titandioxid-Sonden. Sie unterscheiden sich dadurch das die Zirkondioxid-Sonde eine Spannung erzeugt und die Titandioxid-Sonde mit einer Spannung versorgt werden muss. Der Aufbau und die Funktion lassen sich wie folgt beschreiben:

Zirkondioxid-Sonde: Das Zirkondioxid-Element steht mit seiner Außenseite, geschützt durch eine Schutzhülse, im direkten Kontakt mit dem Abgas. Die Innenseite hat Kontakt

mit der Umgebungsluft. Beide Seiten des Elements sind mit einer als Elektrode wirkenden Platinschicht überzogen. Sauerstoffionen passieren diese Platinschicht und hinterlassen eine Spannung. Ab einer Temperatur von 300°C wird das Zirkondioxid-Element für Sauerstoffionen leitfähig. Ist der Sauerstoffgehalt an der Außen- und Innenseite unterschiedlich, entsteht auf Grund der Eigenschaften des Elements eine Spannung die als Messgröße für das Motorsteuergerät dient. Ist die Spannung hoch ist das Gemisch fett, ist die Spannung niedrig ist das Gemisch mager.

Zirkondioxid-Sonde

Titandioxid-Sonde: Die Titandioxid-Sonde erzeugt keine Spannung. Sie arbeitet mit einem sich änderndem Widerstand. Mit sich änderndem Restsauerstoffgehalt ändert sich auch der Widerstand des Titandioxid-Elements. Legt man an das Element eine Spannung an, ändert sich die Ausgangsspannung je nach der Sauerstoffkonzentration im Abgas. Diese Sonde braucht im Vergleich zur Zirkondioxid-Sonde keine Referenzluft und ist deshalb von den Abmessungen kleiner gebaut. Beide Arten von Lambdasonden werden mit einem Heizelement ausgestattet, um schnell die Arbeitstemperatur erreichen.
Die Lambdaregelung wird während des Kaltstarts, der Warmlaufphase und bei Vollast abgeschaltet.

Titandioxid-Sonde

Auswirkungen bei Ausfall

Bei einem Ausfall der Lambdasonde können folgende Fehlersymptome auftreten:

- Hoher Kraftstoffverbrauch
- Schlechte Motorleistung
- Hohe Abgasemissionen (AU)
- Aufleuchten der Motorkontrollleuchte
- Abspeichern eines Fehlercodes

Ein Ausfall kann aus verschiedenen Gründen erfolgen:

- Innere und äußere Kurzschlüsse
- Fehlende Masse / Spannungsversorgung

- Überhitzung
- Ablagerungen / Verschmutzung
- Mechanische Beschädigung
- Verwendung von verbleitem Kraftstoff / Additiven

Fehlersuche

Bei der Fehlersuche sollten folgende Prüfschritte berücksichtigt werden:

1. Sichtprüfung der Stecker, Steckkontakte und Kabel auf Beschädigungen, korrekten Sitz und Verlegung.
2. Auslesen des Fehlerspeichers
3. Prüfung mit dem Oszilloskop:

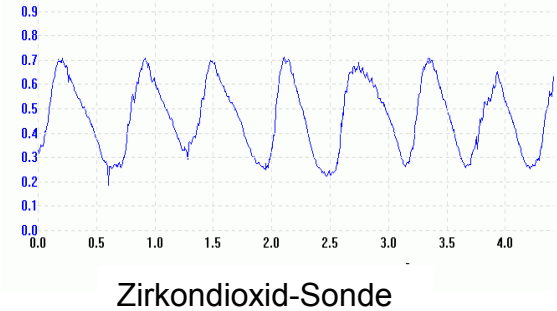
- Schließen sie die Prüfkabel des Oszilloskop an die Lambdasonde an. Beachten sie dabei die Kabelfarben(Grundsätzlich sind die Herstellerangaben zu beachten):

- Schwarz: Signalleitung
- Grau: Signal-Masseleitung
- Weiß: Heizelement-Leitungen

- Einstellung der X und Y Achse Zirkondioxid-Sonde:

- X Achse (Zeit) : 5 Sekunden
- Y Achse (Spannung): 2 Volt

- Motor auf Betriebstemperatur bringen und mit einer Drehzahl von 2000 U/min laufen lassen. Auf dem Oszilloskop muss ein Signal sichtbar werden, dessen Minimalspannung ca. 0,1 V und Maximal ca. 0,9 V beträgt. Die Reaktionszeit (Anstieg von mager 0.1 V bis fett 0,9 V) sollte ca. 300 Millisekunden betragen.

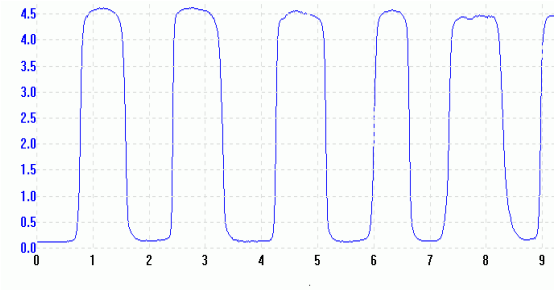


Zirkondioxid-Sonde

- Einstellung der X und Y Achse Titandioxid-Sonde:

- X Achse: 10 Sekunden
- Y Achse: 5 Volt

- Motor auf Betriebstemperatur bringen und mit einer Drehzahl von 2000 U/min laufen lassen. Auf dem Oszilloskop muss ein Signal sichtbar werden, dessen Minimalspannung ca. 0,2 V und Maximalspannung ca. 4,5 V beträgt.



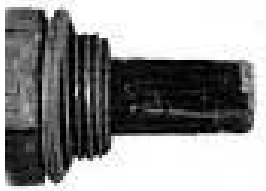
Titandioxid-Sonde

Auswertung der Signalbilder:

Die Signalspannung der Sonden muss immer im Bereich von

0,1 V – 0,9 V bzw. 0,2 V – 4,5 V liegen. Liegt die Signalspannung außerhalb dieser Werte, ist die Lambdasonde defekt. Bei der Titandioxid-Sonde ist in diesem Fall die Versorgungsspannung vom Steuergerät zu prüfen (Prüfwerte nach Herstellerangaben), bevor die Sonde erneuert wird. Zu berücksichtigen ist auch die Periodendauer (Wechselfrequenz zwischen mager und fett) und die Ansprechzeit (Reaktion auf eine Gemischänderung). Ist die Frequenz zu langsam oder die Ansprechzeit zu lang, findet keine optimale Regelung mehr statt.
Neben der elektronischen Prüfung und der Sichtprüfung der Stecker und Kabel, kann der Zustand des Schutzrohres des Sondenelements Aufschluss über die Funktionsfähigkeit geben. Dazu lässt sich folgendes sagen:

- Das Schutzrohr ist stark verrußt: Motor läuft mit zu fettem Gemisch. Die Sonde sollte ausgetauscht werden und die Ursache für das zu fette Gemisch beseitigt werden um ein erneutes verrußen der Sonde zu vermeiden.



- Glänzende Ablagerungen auf dem Schutzrohr: Verwendung von bleihaltigem Kraftstoff. Das Blei zerstört das Sondenelement. Die Sonde muss erneuert und der Katalysator überprüft werden. Bleihaltiger Kraftstoff muss durch bleifreien Kraftstoff ersetzt werden.

- Helle (weiß oder grau) Ablagerungen auf dem Schutzrohr: Motor verbrennt Öl, zusätzliche Additive im Kraftstoff. Die Sonde muss erneuert und die Ursache für das Verbrennen von Öl muss beseitigt werden.

- Unsachgemäße Montage: Eine unsachgemäße Montage kann die Lambdasonde so beschädigen das eine einwandfreie Funktion nicht gewährleistet ist. Darum sollte für die Montage das vorgeschriebene Spezialwerkzeug benutzt und das Anzugsdrehmoment beachtet werden.