

Diagnose in elektronischen Kfz-Systemen

14000 Sensordiagnose, allgemein

14120 Lambdasonden

14121 Basisinformation

Einführung

Lambdasonden dienen bei Ottomotoren der Überwachung der Gemischzusammensetzung. Sie können allerdings nicht die Gemischzusammensetzung vor der Verbrennung erfassen, sondern reagieren auf den Restsauerstoff im Abgas, der wiederum von der Gemischzusammensetzung abhängt.

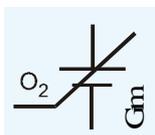
Lambdasonden haben zwei Eigenschaften, die in diesem Zusammenhang ausgenutzt werden können.

- Lambdasonden sind elektrochemische Spannungsquellen, wobei der Restsauerstoff im Abgas für die Spannungserzeugung eine entscheidende Rolle spielt und
- Lambdasonden haben einen Innenwiderstand, der vom Restsauerstoffgehalt im Abgas beeinflusst wird.

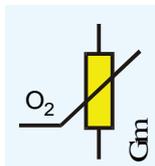
Lambdasonden sind in einen, vom Motor-Steuergerät ausgehenden, Messkreis eingebaut und fungieren, je nach technischem Stand des Motormanagements, als Spannungsquelle oder/und als Widerstand. Das Steuergerät misst die Teilspannung an der Lambdasonde oder/und den Strom, der durch die Lambdasonde fließt.

Allen Lambdasonden ist gemeinsam, dass sie, je nach Aufbau, eine relativ hohe Arbeitstemperatur von +300 °C, manche über +600 °C, benötigen. Um diese hohe Arbeitstemperatur zu erhalten, müssten sie einerseits möglichst nahe am Motor angebracht werden. Andererseits besteht die Gefahr der thermischen Zerstörung, wenn sie bei Vollastbetrieb nicht weit genug weg vom Motor montiert sind. Die praktische Lösung sieht so aus, dass die Sonden so weit vom Motor weg im Auspuff angebracht werden, dass die heißen Abgase sie bei Vollast nicht zerstören. Ein in der Sonde integrierter Heizwiderstand ermöglicht das schnelle Erreichen der Mindesttemperatur und verhindert im unteren und mittleren Teillastbetrieb das Absinken unter diese Mindesttemperatur.

Symbol für eine Lambdasonde, die als sauerstoffabhängige Spannungsquelle arbeitet.



Symbol für eine Lambdasonde, die als sauerstoffabhängiger Widerstand arbeitet



Ausführungsvarianten

Seit der Einführung der Lambdasonden in Deutschland, etwa um 1980, kamen unterschiedliche Ausführungsvarianten auf den Markt. Der offensichtlichste Unterschied besteht in der Zahl der elektrischen Anschlüsse. Im folgenden werden die gängigsten Sondenvarianten beschrieben.

Anschluss-Variante 1: Sonde mit nur einem Leitungsanschluss

Diese Sonde besitzt keine elektrische Heizung. Der elektrische Anschluss ist mit dem Motor-Steuergerät verbunden und dient als Informationsleitung. Die Sonde selbst ist eine Spannungssprung-Sonde. D. h., bei fettem Gemisch gibt sie eine Spannung von größer 0,8 V ab, wenn sie die erforderliche Betriebstemperatur von über +300 °C erreicht hat.

Das in das Auspuffrohr eingeschraubte Sondengewinde dient als Minusanschluss. Der lambdabedingte Spannungssprung ist an der Sonde bzw. am entsprechenden Pin des Motor-Steuergerätes messbar.

Anschluss-Variante 2: Sonde mit zwei Leitungsanschlüssen, die beide den gleichen Leitungsquerschnitt haben

Diese Sonde besitzt ebenfalls keine elektrische Heizung. Ein elektrischer Anschluss ist mit dem Motor-Steuergerät verbunden und dient als Informationsleitung, der andere hat ebenfalls Verbindung mit dem Motor-Steuergerät oder direkt mit der Fahrzeugmasse und dient als Sondenminusanschluss.

Die Sonde selbst ist eine Spannungssprung-Sonde. D. h., bei fettem Gemisch gibt sie eine Spannung von größer 0,8 V ab, wenn sie die erforderliche Betriebstemperatur von über +300 °C erreicht hat. Der lambdabedingte Spannungssprung ist an der Sonde bzw. am (an den) entsprechenden Pin(s) des Motor-Steuergerätes messbar.

Anschluss-Variante 3: Sonde mit zwei Leitungsanschlüssen, die beide unterschiedliche Leitungsquerschnitte haben

Diese Sonde besitzt eine elektrische Heizung. Der dünne elektrische Anschluss ist mit dem Motor-Steuergerät verbunden und dient als Informationsleitung. Der Anschluss mit dem größeren Querschnitt dient der Plusversorgung der Sondenheizung.

Die Sonde selbst ist eine Spannungssprung-Sonde. D. h., bei fettem Gemisch gibt sie eine Spannung von größer 0,8 V ab, wenn sie die erforderliche Betriebstemperatur von über +300 °C erreicht hat. Das Gewinde der Sonde dient dem Messkreis und dem Heizkreis als Minusanschluss. Der lambdabedingte Spannungssprung ist an der Sonde bzw. am entsprechenden Pin des Motor-Steuergerätes messbar.

Anschluss-Variante 4: Sonde mit drei Leitungsanschlüssen, zwei Anschlüsse haben einen größeren Querschnitt, eine einen kleineren.

Diese Sonde besitzt eine elektrische Heizung. Die Leitung mit dem kleineren Querschnitt dient als Informationsleitung, das Gewinde ist der zugehörige Minusanschluss. Die beiden Leitungen mit den größeren Querschnitten sind für die Sondenheizung.

Die Sonde selbst ist eine Spannungssprung-Sonde. D. h., bei fettem Gemisch gibt sie eine Spannung von größer 0,8 V ab, wenn sie die erforderliche Betriebstemperatur von über +300 °C erreicht hat. Der lambdabedingte Spannungssprung ist an der Sonde bzw. am entsprechenden Pin des Motor-Steuergerätes messbar.

Anschluss-Variante 5: Sonde mit vier Leitungsanschlüssen, zwei Anschlüsse haben einen größeren Querschnitt, zwei (eventuell) einen kleineren.

Diese Sonde besitzt eine elektrische Heizung. Zwei der Leitungen dienen als Informationsleitungen und führen zum Motor-Steuergerät. Die beiden anderen Leitungen sind für die Sondenheizung. Auch diese Sonden benötigen eine entsprechend hohe Betriebstemperatur.

Innerhalb dieser Anschluss-Variante gibt es wieder mehrere Sondenarten.

5.1 Spannungssprung-Sonde

Bei fettem Gemisch gibt die Sonde eine Spannung von größer 0,8 V ab, wenn sie die erforderliche Betriebstemperatur von über +300 °C erreicht hat. Der lambdabedingte Spannungssprung ist an der Sonde bzw. am (an den) entsprechenden Pin(s) des Motor-Steuergerätes messbar.

5.2 Widerstandssprung-Sonde

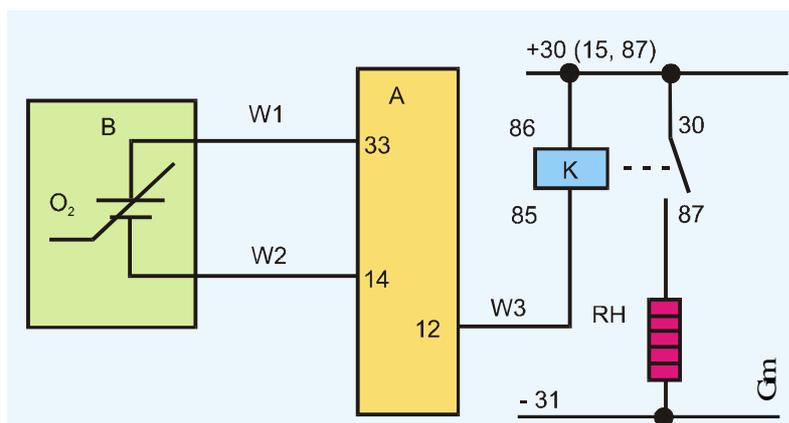
Bei fettem Gemisch ist der Sonden-Innenwiderstand relativ niederohmig ($< 10 \text{ k}\Omega$) und bei magerem Gemisch relativ hochohmig ($> 100 \text{ k}\Omega$), wenn sie die erforderliche Betriebstemperatur von über $+550 \text{ }^\circ\text{C}$ erreicht hat.

Die Widerstandssprung-Sonde ist in einen Messkreis eingebunden, so dass eine widerstandsabhängige Teilspannung entsteht, die sich sprunghaft ändert. Der lambdabedingte Spannungssprung ist an der Sonde bzw. an den entsprechenden Pins des Motor-Steuergerätes messbar.

5.3 Gemischsonde

Die an der Sonde messbare Teilspannung des Sondenmesskreises wird vom Motor-Steuergerät so beeinflusst, dass sie beispielsweise immer $3,0 \text{ V}$ beträgt. Je nach dem, ob das Gemisch fett oder mager ist, d. h., ob also die Sonde eine eigene Spannung erzeugt oder sich als reiner Widerstand verhält, fließt im Sondenmesskreis ein größerer, oder ein kleinerer Strom (z. B. $0,01 \dots 0,3 \text{ mA}$). Dieser Strom ist nur messbar, wenn man den Mess-Stromkreis auftrennt und ein Multimeter als Milliampere-meter in den Messkreis einbaut. In diesem Fall ist es ratsamer, sich auf die Aussagen des speziellen Motortesters zu verlassen.

Anschlussbeispiel für eine beheizte Lambda-Spannungssonde



A Motor-Steuergerät

B Lambdasonde

K Entlastungsrelais für die Sondenheizung

RH elektrische Sondenheizung (in der Lambdasonde eingebaut)

W1, W2 Verbindungsleitungen zwischen Sonde und Motor-Steuergerät

W3 Leitung zur Minusansteuerung des Entlastungsrelais der Sondenheizung

Die Verbindungsleitungen W1 und W2 sind in der Regel abgeschirmt. So wird verhindert, dass elektromagnetische Felder in die Leitung eindringen und dem Steuergerät falsche Info-Spannungen vorgetäuschen.

Bei Spannungssprung-Sonden stellt das Steuergerät in der Regel für die Informationsleitung (im obigen Beispiel A/33) einen Spannungspegel von knapp 0,5 V zur Verfügung. Bei geschlossenem Regelkreis (Lambdaregelung in Betrieb) pendelt somit die Spannung U_{33-14} , gemessen am Steuergerät, etwa im Sekundenrhythmus zwischen 0,1 V und 1,0 V. Allerdings hinken die angezeigten Werte eines Digital-Multimeters etwas hinter den erfassten Werten her, so dass die Anzeige häufig etwa zwischen 0,2 V und 0,8 V schwankt.

Sondenheizung

In den ersten Anlagen, die mit beheizten Sonden auf den Markt kamen, versorgt das Hauptrelais der elektronischen Motorsteuerung plusseitig auch die Lambdasonden-Heizung. Minusseitig ist die Heizung direkt mit der Fahrzeugmasse verbunden.

Im vorigen Schaltbeispiel ist ein Entlastungsrelais zur Versorgung der Sondenheizung eingezeichnet. Das Steuergerät steuert die Minusseite des Entlastungsrelais. Somit kann das Motor-Steuergerät die Sondenheizung während des laufenden Betriebs nach Bedarf zu- bzw. abschalten.

Häufig wird die Heizung plusseitig über ein Entlastungsrelais versorgt und minusseitig vom Motor-Steuergerät direkt angesteuert. Diese minusseitige direkte Ansteuerung vom Motor-Steuergerät ist ein Indiz dafür, dass die Sonde taktend angesteuert wird. So kann die Heizleistung der Sondenheizung entsprechend der erwarteten Motorabgaswärme dosiert werden.