

Lambdasonden:

Funktionsweise und Hinweise zur Fehlersuche

Lambdasonden arbeiten mit der Einspritzanlage, dem Katalysator und dem Motormanagementsystem bzw. dem elektronischen Steuergerät (ECU) (Abb. 1) des Fahrzeugs zusammen, um dazu beizutragen, möglichst geringe Mengen an umweltbelastenden Motoremissionen zu erreichen:

- > Die Lambdasonde überwacht den Restsauerstoffgehalt der Abgase des Autos.
- > Je nachdem, ob der Sauerstoffgehalt des Abgases zu hoch (mageres Gemisch) oder zu niedrig (fettes Gemisch) ist, sendet die Lambdasonde ein sprunghaft wechselndes, schwankendes Spannungssignal an das ECU.
- > Das ECU spricht auf diese Daten an, indem es das in den Katalysator einströmende Kraftstoff- Luft-Gemisch entsprechend anpasst. Ziel ist es, das Kraftstoff- Luft-Verhältnis sehr nahe am stöchiometrischen Verhältnis zu halten, dem berechneten optimalen Verhältnis von angesaugter Luftmenge/masse und exakt bemessener Kraftstoffzuteilung. Theoretisch wird bei diesem Gemischverhältnis sämtlicher Kraftstoff unter Verwendung fast des gesamten Sauerstoffs der Luft verbrannt. Der Restsauerstoff muss genau in der richtigen Menge vorliegen, wenn der Katalysator effizient funktionieren soll.
- > Der Katalysator reinigt Abgasemissionen, bevor sie das Fahrzeug verlassen. Die Genauigkeit der Restsauerstoffmenge in den Abgasen beeinflusst, wie gut der Katalysator die Schadstoffemissionen aus den Abgasen entfernen kann. Die richtige Sauerstoffmenge ermöglicht eine chemische Reaktion zwischen den schädlichen Gasen und dem Sauerstoff, was dazu führt, dass die Abgase, die den Katalysator verlassen, unschädlich sind. Wenn der Katalysator ordnungsgemäß funktioniert, verbraucht diese chemische Reaktion sämtlichen Sauerstoff in den Abgasen.
- > Wenn die Lambdasonde den Sauerstoffgehalt im Abgas bemisst, wird das Ausgangssignal der Sonde an das ECU übermittelt, das ECU errechnet dann, ob das Gemisch ein angemessenes Kraftstoff- Luft-Verhältnis hat. Die Kraftstoffmenge wird durch Einspritzzeitpunkt-Rückkopplungsausgleichregelung angepasst. Wird festgestellt, dass das Gemisch zu fett ist, wird die eingespritzte Kraftstoffmenge verringert. Bei einem zu mageren Gemisch wird das Einspritzvolumen vergrößert (Abb. 2).
- > Bei Benzinmotoren beträgt das stöchiometrische Verhältnis oder Verbrennungsluftverhältnis (Massenverhältnis) etwa 14,7 zu 1 (entspricht Lambda = 1), d.h. zur vollständigen Verbrennung von einem Kilogramm Kraftstoff werden 14,7 kg Luft benötigt. Während der Fahrt weicht das Kraftstoffgemisch oft vom idealen Verhältnis ab, weshalb es überwacht und angepasst werden muss. Das Gemisch kann manchmal mager (Verbrennungsluftverhältnis höher als 14,7) und dann wieder fett sein.

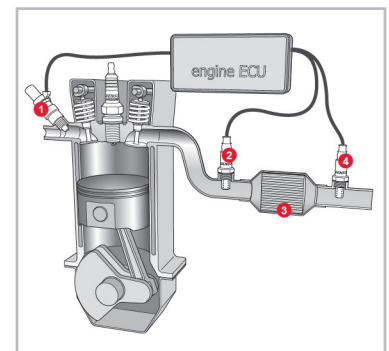


Abb. 1: Motor mit Lambdasonden und Katalysator

1. Einspritzdüse
2. Regelsonde
3. Katalysator
4. Monitorsonde

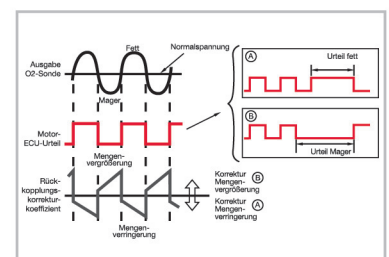
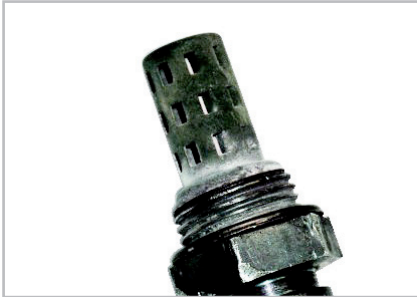


Abb. 2: Das Ausgangssignal der Lambdasonde übermittelt den Istzustand des Gemischverhältnisses, das ECU passt dementsprechend Einspritzmenge und Zündzeitpunkt dem Gemischverhältnis an, um den Fixpunkt Lambda 1 zu erreichen.

Zur Beurteilung, ob eine Lambdasonde einwandfrei funktioniert, sind im Wesentlichen eine umfassende Sichtkontrolle sowie Leistungsprüfungen erforderlich.

1. Stellen Sie sicher, dass Stecker und Anschlusskabel nicht beschädigt sind. Eine Beschädigung jeder Art beeinträchtigt das Sondersignal.
2. Untersuchen Sie das Schutzrohr der Sonde auf Anzeichen von Beschädigung, die auf eine Einbeulung oder einen Riss im Inneren schließen lassen. Das Sonderelement muss unversehrt sein, um einwandfrei zu funktionieren.
3. Stellen Sie sicher, dass der Stecker sauber, unversehrt und wasserdicht ist und keine Fett-, Schmierstoff- oder Chemikalienrückstände aufweist, die die gegenüber derartigen Verunreinigungen äußerst empfindlichen Ausgangssignale der Sonde beeinträchtigen können.



Normal

Aussehen:

- > Sonde weist keine Verunreinigungen auf und hat eine matte Farbe.

Ursache:

- > Saubere Verbrennung infolge der richtigen vorbeugenden Motorwartung.



Verunreinigung durch Frostschutzmittel

Aussehen:

- > Starke körnige weißgraue Farbe, manchmal grünliche Ablagerungen.

Ursache:

- > Verunreinigung auf Grund von Kühlmittel in den Motorzylindern.

Lösung:

- > Die Motorkühlanlage auf Dichtheit prüfen, besonders die Zylinderkopfdichtung. Falls erforderlich diese erneuern.
- > Lambdasonde austauschen.



Verunreinigung durch Öl

Aussehen:

- > Starke dunkelgraue / schwarze Ablagerungen.

Ursache:

- > Verunreinigung auf Grund von übermäßigem Ölverbrauch.

Lösung:

- > Motor auf Ölleck oder Verschleiß untersuchen und bei Bedarf instand setzen.
- > Lambdasonde austauschen.



Verunreinigung durch fettes Gemisch

Aussehen:

- > Starke dunkelbraune oder schwarze Verunreinigungen.

Ursache:

- > Verunreinigung auf Grund eines nicht richtig eingestellten, zu fetten Luft-/Kraftstoffgemischs. Dies kann durch eine beschädigte Sondenheizung oder ein fehlerhaftes Kraftstoffsystem verursacht werden.

Lösung:

- > Kraftstoffsystem überprüfen und Abgasausstoß messen.
- > Sondenheizung und Steuerung der Sondenheizung bei beheizten Lambdasonden (3 oder mehr Kabel) überprüfen.
- > Defekt reparieren.
- > Lambdasonde austauschen.



Verunreinigung durch Zusatzstoffe

Aussehen:

- > Starke weiße Verunreinigungen.

Ursache:

- > Verunreinigung auf Grund überhöhter oder schädlicher Zusätze. Gewisse Bestandteile von Kraftstoffzusätzen können das Sonderelement verunreinigen. Bei der Verbrennung im Motor verursachen sie Dämpfe, die das Sonderelement verunreinigen und/oder verstopfen.

Lösung:

- > Motor und/oder Kraftstoffanlage reinigen, um die Zusatzstoffe zu entfernen.
- > Lambdasonde austauschen.



Verunreinigung durch Zusatzstoffe

Aussehen:

- > Starke rote Verunreinigungen.

Ursache:

- > Verunreinigung auf Grund überhöhter oder schädlicher Zusätze. Gewisse Bestandteile von Kraftstoffzusätzen können das Sonderelement verunreinigen. Bei der Verbrennung im Motor verursachen sie Dämpfe, die das Sonderelement verunreinigen und/oder verstopfen.

Lösung:

- > Motor und/oder Kraftstoffanlage reinigen, um die Zusatzstoffe zu entfernen.
- > Lambdasonde austauschen.