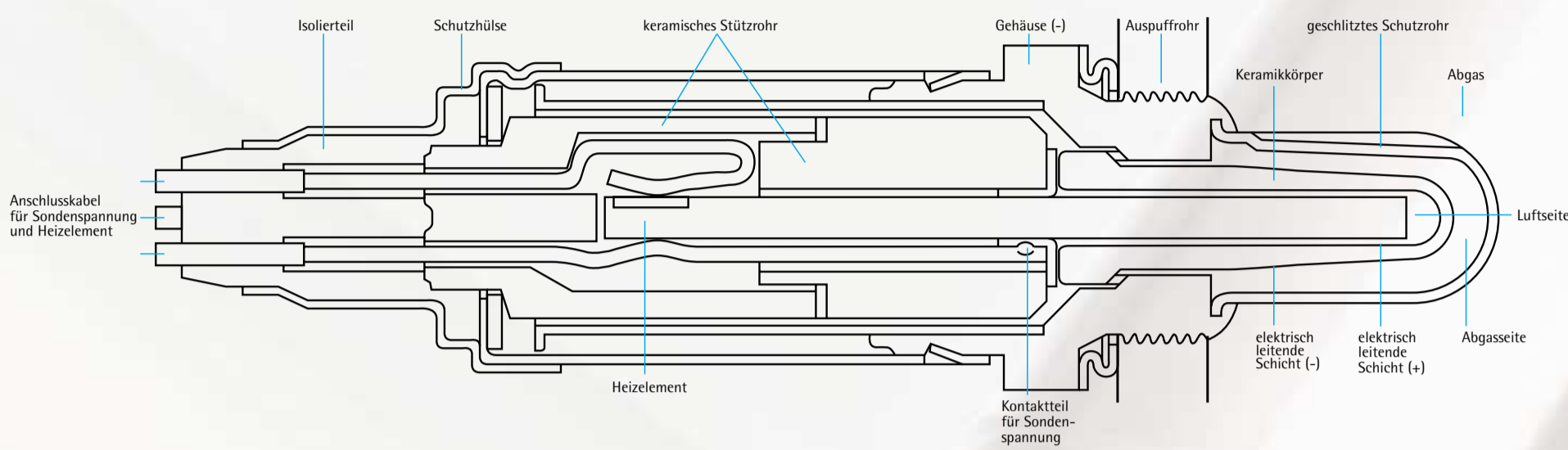


# Wissenswertes über Beru Lambda-Sonden



## Kabelfarben und Signale

- Lambda-Sonde mit 1 Kabel  
Kabelfarbe: Schwarz = Signal für Steuergerät
- Lambda-Sonde mit 3 Kabeln  
Kabelfarben: Schwarz = Signal für Steuergerät  
2 x Weiß = Spannungsversorgung für Sondenheizung
- Lambda-Sonde mit 4 Kabeln  
Kabelfarben: Schwarz = Signal für Steuergerät  
2 x Weiß = Spannungsversorgung für Sondenheizung  
Grau = Masse

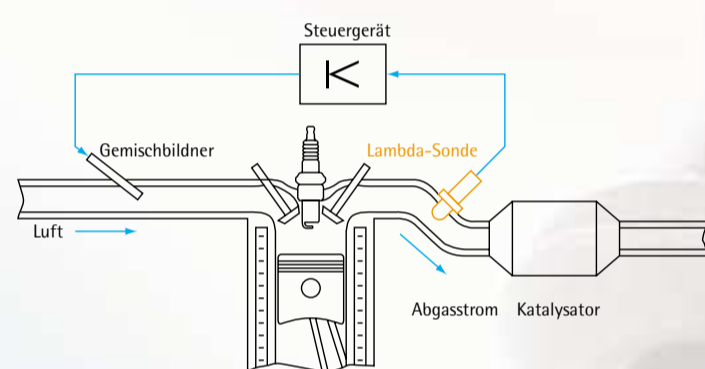


## Das Grundprinzip der Lambda-Regelung

Damit die Gemischzusammensetzung sich permanent im Lambda-Fenster bewegt (d. h. in dem Bereich, der für die optimale Wirkung des Katalysators erforderlich ist), wird die Lambda-Sonde vor dem Katalysator ins Abgasrohr gebaut. Sie gibt die Information, ob die Luftzahl Lambda größer oder kleiner 1 ist, an das Steuergerät und beeinflusst durch den Gemischbildner die Gemischzusammensetzung und somit die Luftzahl Lambda.

Wenn die Lambda-Sonde an das Steuergerät „mageres Gemisch“ meldet, fettet das Steuergerät das Gemisch an.

Wenn die Lambda-Sonde an das Steuergerät „fettes Gemisch“ meldet, magert das Steuergerät das Gemisch ab.



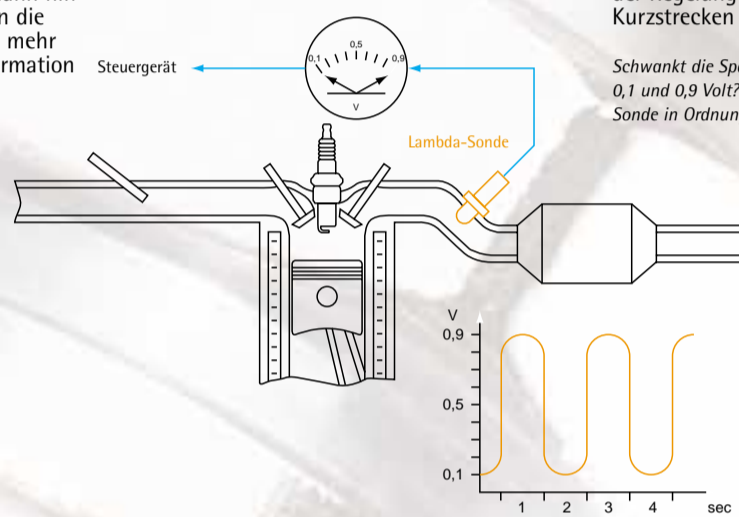
## Check der Lambda-Sonde im geschlossenen Regelkreis

Mit zunehmender Laufleistung wird die Platinbeschichtung der Sonde durch chemische und thermische Abnutzung inaktiv. Die abgegebene Spannung bewegt sich dann hin zu niedrigeren Spannungswerten. Wenn die Referenzspannung von 0,5 Volt nicht mehr überschritten wird, wird auch die Information

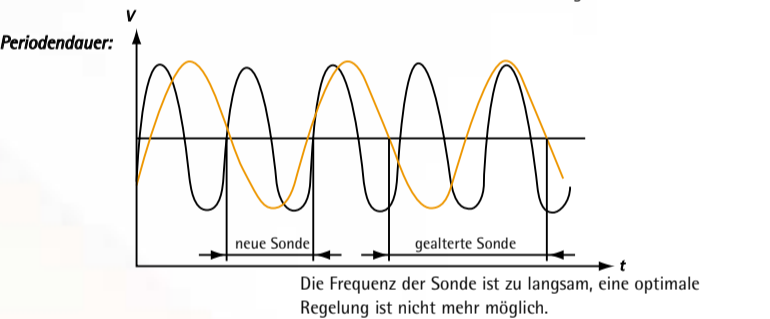
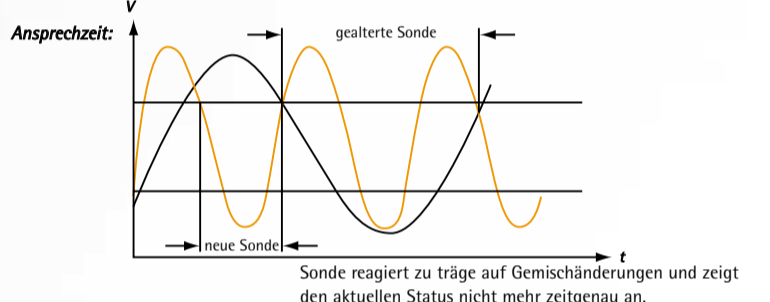
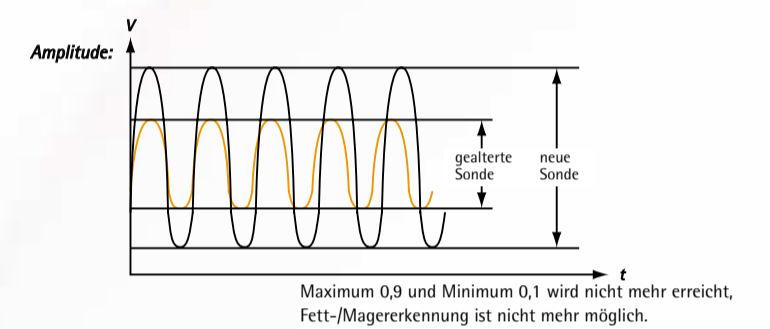
„fettes Gemisch“ nicht mehr an das Steuergerät gegeben – und das Steuergerät fettet ständig an.

Auch kann die Sondenheizung ausfallen. Die Folge ist ein stark verzögertes Erreichen der Betriebstemperatur – und somit ein Ausfall der Regelung über weite Betriebsbereiche wie Kurzstrecken und Leerlauf.

Schwankt die Spannung zwischen 0,1 und 0,9 Volt? Dann ist die Sonde in Ordnung.



## Vergleich einer neuen Lambda-Sonde mit einer gealterten – hinsichtlich Gemischerkennung, Ansprechzeit und Regelfrequenz



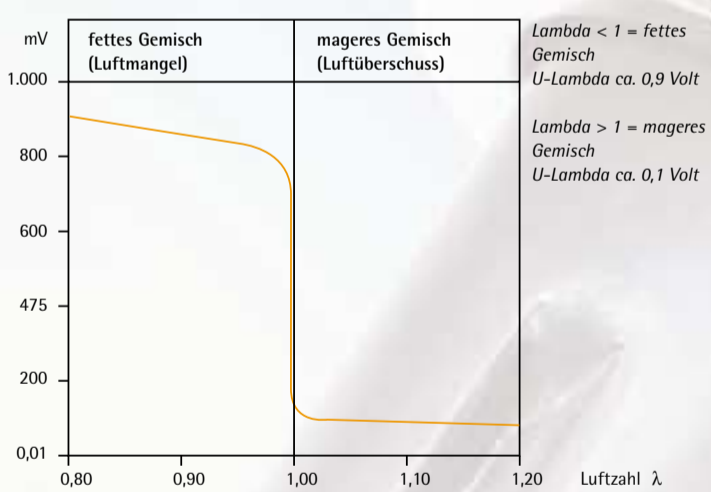
## Das Prinzip der vergleichenden Sauerstoffmessung

Der Sauerstoffgehalt der Umgebungsluft normaler Weise bei 20,8 %. Dieser Referenzwert wird mit dem Restsauerstoff an der Lambda-Sonde verglichen.

Beispiel: Rest  $O_2 = 2\%$  im Abgasstrom (Rest  $O_2 = 2\%$ )  
Innenelektrode ist mit der Umgebungsluft verbunden ( $O_2 = 20,8\%$ )

Befindet sich im Abgasstrom ein Restsauerstoffgehalt von 2 % („mageres Gemisch“), entsteht aufgrund der Differenz zum Umgebungssauerstoff eine Spannung von ca. 0,1 Volt.

Sind weniger als 2 % Restsauerstoff im Abgasstrom enthalten („fettes Gemisch“), macht sich diese erhöhte Differenz zum Außensauerstoff durch eine Sonden-Spannung von ca. 0,9 Volt bemerkbar.



## Fehlersuche bei der Lambda-Regelung

Die elektrische Überprüfung der Lambda-Regelung erfolgt im geschlossenen Regelkreis. Voraussetzung für die Prüfung:

- Der Motor muss betriebswarm sein.
- Die Lambda-Sonde muss betriebswarm sein (ca. 250 °C) und diese Information muss dem Steuergerät vorliegen. (Achtung: Defekte am Kühlmitteltemperaturfühler können,

besonders bei einer Unterbrechung, dazu führen, dass das Steuergerät Fehlinformationen – wie beispielsweise „Motortemperatur unter 70 °C“ – erhält.)

- Falls eine Sondenheizung vorhanden, muss diese angeschlossen und funktionsfähig sein.
- Benötigt wird ein analoges Voltmeter.

Vorgehensweise:  
Motor warm fahren, Kupplungsstecker zwischen Lambda-Sonde und Steuergerät lösen, Adapterstecker dazwischen stecken. (Unser Tipp: Falls kein Adapter vorhanden, können Sie mittels handelsüblichen Verbindern einen anfertigen.)

## Überprüfung der Lambda-Regelung im offenen Regelkreis

Ist bei der Prüfung der Lambda-Regelung im geschlossenen Regelkreis ein Fehler aufgetreten, muss zunächst untersucht werden, ob alle Voraussetzungen (wie Motortemperatur, Sontemperatur, Temperaturfühler usw.) den Vorgaben entsprechen. Ist dies der Fall, bietet sich eine elektrische Störgrößenabschaltung

an. Dabei wird dem Steuergerät durch eine äußere Spannungsquelle eine Spannung vorgegeben, die ihm ein mageres oder fettes Gemisch simuliert. Sind Steuergerät und Kabelverbindungen in Ordnung, wird das Steuergerät versuchen, entsprechend der Vorgabe das Gemisch zu verän-

dern. Dieser Vorgang kann leicht mit dem Abgasmessgerät oder akustisch festgestellt werden: Beim Anfetten läuft der Motor runter, beim Abmagern neigt er zum Ruckeln. Entsprechend ändert die funktionsfähige Lambda-Sonde ihre Spannung.

**Vorgabe: fettes Gemisch**  
Das Steuergerät versucht abzumagern. Der Motorlauf wird unrunder. Die Sonden-Spannung muss sich bei 0,1 Volt einstellen.

Ändert sich der Motorlauf nicht? Dann überprüfen Sie Temperaturfühler, Kabelbaum und Steuergerät. Defekte Teile austauschen!

Ändert sich die Sonden-Spannung nicht? Entweder ist die Sonde zu kalt – dann warm fahren.

Taucht der Fehler trotz warmer Sonde noch immer auf? Dann ist die Sonde defekt, die Sondenheizung funktioniert nicht mehr – oder es liegt ein Massefehler vor. In jedem dieser Fälle unbedingt Sonde austauschen!

**Vorgabe: mageres Gemisch**  
Das Steuergerät versucht anzufetten, der Motorlauf wird runder. Die Sonden-Spannung muss sich bei 0,9 Volt betragen.

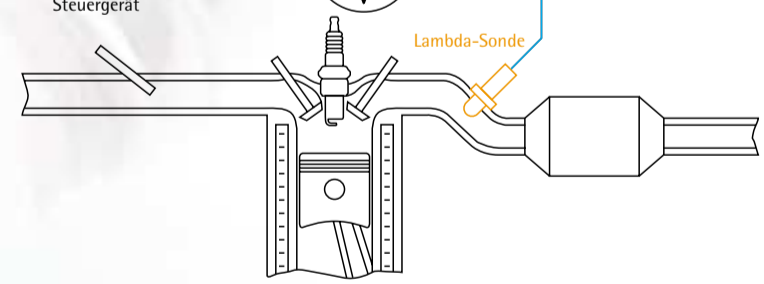
Ändert sich der Motorlauf nicht? Dann überprüfen Sie Temperaturfühler, Kabelbaum und Steuergerät. Defekte Teile austauschen!

Ändert sich die Sonden-Spannung nicht? Entweder ist die Sonde zu kalt – dann warm fahren.

Taucht der Fehler trotz warmer Sonde noch immer auf? Dann ist die Sonde defekt, die Sondenheizung funktioniert nicht mehr – oder es liegt ein Massefehler vor. In jedem dieser Fälle unbedingt Sonde austauschen!

Wird nur 0,7 Volt Spannung erreicht? Dann ist die Sonde gealtert und muss ausgetauscht werden.

Tritt Falschluff auf? Dann ist die Abgasanlage undicht. Auf Dichtheit prüfen.



## Einbauanleitung

Die Lambda-Regelung hat die Aufgabe, die Gemischzusammensetzung im Bereich  $\lambda=1$  zu halten (Lambda-Fenster), da nur dann der 3-Wege-Katalysator eine optimale Umwandlung der drei schädlichen Abgasbestandteile CO, HC und  $NO_x$  in weniger schädliche Abgase erreichen kann.

Durch eine schadhafte Lambda-Sonde kann ein Fahrzeug die zulässigen Schadstoffwerte überschreiten. Tauschen Sie defekte Lambda-Sonden nur durch solche aus, die im Beru Katalog für das entsprechende Fahrzeug angegeben sind – und beachten Sie dabei bitte folgende Hinweise:

- Verwenden Sie keine beschädigte oder heruntergefallene Lambda-Sonde.
- Versichern Sie sich, dass die Anschlussleitung weder beschädigt noch verdreht oder gedehnt ist.
- Fetten Sie das Einschraubgewinde der Lambda-Sonde erst unmittelbar vor der Montage mit der beigefügten Fettkapsel ein. Die Lambda-Sonde darf nur mit eingefettetem Einschraubgewinde montiert werden (außer bei OZU 023, OZU 025, OZH 107).
- Das Lambda-Sonden-Messelement (Messkeramik unterhalb des Schutzrohres) darf nicht in Berührung mit Wasser, Fetten, Reinigungs- und Rostschutzmitteln etc. gebracht werden.
- Verlegen Sie die Anschlussleitung der Beru Lambda-Sonde möglichst ebenso wie die der werksseitig eingebauten Lambda-Sonde. Sollte die Anschlussleitung der Beru Lambda-Sonde zu lang sein, muss diese mit Kabelbindern in einer Schleife verlegt werden. Setzen Sie die Schleife so weit wie möglich vom Sondenkörper entfernt an und entfernen Sie die überstehenden Enden der Kabelbinden.
- Achten Sie darauf, dass die Anschlussleitung nicht mit heißen oder bewegten Teilen (z. B. Abgasanlage, Turbolader, Riemen, Gebläse) in Berührung kommen kann und nicht über scharfe Kanten geführt wird.
- Verlegen Sie die Anschlussleitung mit ausreichendem Spielraum, damit sie durch die Schwingungen der Abgasanlage nicht abreißen kann.
- Verwenden Sie für den Einbau nur entsprechendes Werkzeug, um Verletzungsgefahr und Beschädigungen der Lambda-Sonde auszuschließen.
- Beachten Sie bei dem Gewinde M18 x 1,5 das Anzugsdrehmoment von 40–52 Nm.
- Verwenden Sie für den Betrieb Ihres Kraftfahrzeugs unter keinen Umständen verbleites Benzin, auf Metall basierende Additive oder Silikone.

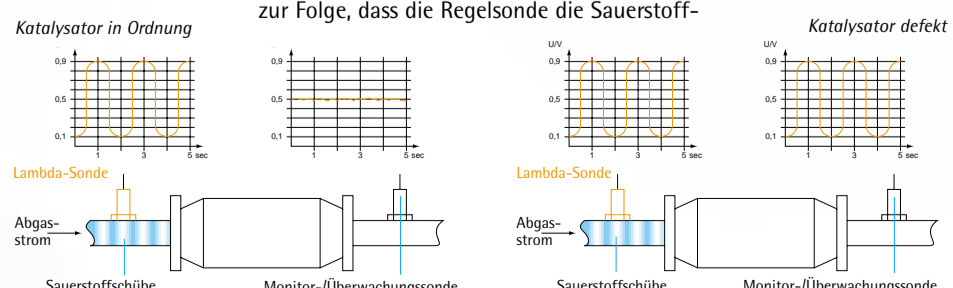
## Überwachung und Analyse des Katalysatorzustandes

Hinter dem Katalysator ist eine zweite Lambda-Sonde (Monitor- oder Überwachungssonde genannt) angebracht. Diese Monitor-/Überwachungssonde unterscheidet sich in Aufbau und Funktion nicht von der vor dem Katalysator verbauten Lambda-Regel-Sonde. Das bedeutet: Beide Sonden geben – in Abhängigkeit vom Restsauerstoffgehalt – eine Spannung ab. Da beim Betreiben des lambda-geregelten Motors

permanente Gemischkorrekturen in Richtung fett und mager durchgeführt werden, ändert sich der Restsauerstoffgehalt im Abgas entsprechend (Sauerstoffschübe), wodurch in der Sonde fortlaufend Spannungsschübe ausgelöst werden. Durch die hohe Sauerstoffspeicherfähigkeit des neuen Katalysators wird die Änderung des Sauerstoffgehalts nach dem Katalysator nahezu vollständig gedämpft. Dies hat zur Folge, dass die Regel-Sonde

schwankungen durch entsprechende Spannungssprünge anzeigt, während die Spannung der Monitorsonde nahezu konstant ist.

Mit zunehmendem Alter des Katalysators lässt dessen Sauerstoffspeicherfähigkeit nach, wodurch auch die Dämpfung der Sauerstoffschwankungen abnimmt. Dieser Vorgang ist an der Monitorsonde hinter dem Katalysator messbar.



Bei fortgeschrittener Alterung des Katalysators ist der Signalverlauf an der Monitorsonde nahezu identisch mit dem Signalverlauf der Regelsonde.

## Typische Defekte an Lambda-Sonden

Diagnose	Ursache
Überhitzung	Temperaturen über 950 °C durch Verbrennungsstörungen, falschen Zündzeitpunkt oder falsche Ventilzeiten
chemische Alterung	zu häufige Kurzstreckenfahrten
Falschluffansaugung	Sonde nicht exakt eingebaut
schlechte Masseverbindungen	Oxidation im Abgasrohr
schlechte Verbindungskontakte	Oxidationen in der Steckverbindung
Keramik und Bedampfung sind zerstört	zu großes Anzugsdrehmoment der Sonde
Bleibablagerungen	verschiedliche Verwendung von verbleitem Kraftstoff
unterbrochene Lambda-Kabelverbindung	Marderverbiss
Zusatzung des Sondenkörpers durch Ölrückstände	unverbranntes Öl im Motor, z. B. durch verschlissene Kolbenringe oder Ventilschaftdichtungen

## Was der Zustand des Schutzrohres verrät

Neben der Prüfung der Anschlussleitungen, Stecker und des Sondengehäuses muss auch das Schutzrohr des Sonderelementes auf Ablagerungen hin überprüft werden. Die wichtigsten Symptome:

Symptom	Ursache	Behebung
Schutzrohr stark verrußt	zu fettes Kraftstoff-Luft-Gemisch, defekter Lambda-Sonden-Heizkörper	Sonde austauschen, ansonsten droht Gefahr von Zusetzung und somit Verringerung der Reaktionsgeschwindigkeit
glänzende Ablagerungen auf dem Schutzrohr	Verwendung von verbleitem Kraftstoff, dadurch wurden die Platinbeschichtungen der Lambda-Sonde und evtl. des Katalysators angegriffen und zerstört	Sonde unbedingt austauschen, Katalysator überprüfen
helle Ablagerungen auf dem Schutzrohr	Öl im Brennraum oder Verwendung bestimmter Kraftstoffadditive	Sonde unbedingt austauschen, Katalysator überprüfen, Motor auf Ölverlust prüfen

