

## Fachheft

Kraftfahrzeugtechnologie  
Elektrik/Elektronik

Aufgabenstellungen mit Lösungen Nr. 1

für  
Kraftfahrzeug-Service-Techniker/in,  
Kraftfahrzeugtechniker/in,  
Kraftfahrzeugmechatroniker/in,  
Kraftfahrzeug-Service-Mechaniker/in,  
Mechaniker/in für Land- und Baumaschinentechnik  
und Zweiradmechaniker/in

Fachheftinhalt:

- Aufgabenstellungen mit Lösungen, zur Vorbereitung auf Lernzielkontrollen und Abschlussprüfungen

Dieses Fachheft gehört:

---

Datum:

---

## Vorwort des Autors

Das Fachheft Aufgabenstellungen mit Lösungen Nr. 1, wendet sich an Beschäftigten im Kraftfahrzeugtechniker-, Landmaschinenmechaniker-, Zweiradmechaniker-Handwerk, Technikern und Studierenden der Fahrzeugtechnik und Teilnehmern an Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen, als Nachschlagewerk zur Informationsbeschaffung und technischen Kompetenzerweiterung.

Auszubildende im Ausbildungsberuf Kraftfahrzeug-Mechatroniker/in, Mechaniker/in für Land- und Baumaschinentechnik können dieses Fachheft für nahezu alle Lernfelder nutzen.

Dieses Fachheft soll Ihr vorhandenes Fachbuch ergänzen und Sie damit kompetenter und sicherer machen, um zum Beispiel Lernzielkontrollen und Abschlussprüfungen erfolgreich schreiben und bestehen zu können.

Auch sollen die Inhalte dieses Fachheftes dazu dienen, dass erlernte Wissen in der täglichen Praxis so anzuwenden, dass die Kundenaufträge mit der Qualität ausgeführt werden können, die die/den Kundin/Kunden in seiner Ganzheit zufrieden stellt.

### Kundenorientiertes Handeln:

Qualität ist dann erreicht, wenn die/der Kundin/Kunde wiederkommt und nicht das Produkt.

### Anmerkung, Tipp des Autors:

Versuchen Sie bei Ihrer Vorgehensweise des Lernens und Verstehens, bitte zuerst die Fragestellungen ohne die Lösungsvorschläge zu lösen. Vergleichen Sie danach Ihre Lösungen mit den Musterlösungsvorschlägen von mir. Eine Vorgehensweise nach der Devise: „stur die Lösungen auswendig lernen“, kann und ist nicht die Intension, die ich mir durch dieses Fachheft vorstelle.

Bitte respektieren Sie auch die Arbeit, die in diesem Fachheft steckt, mit Ihrer Bereitschaft, auch wirklich etwas zu lernen, um sich Kompetenz anzueignen.

In diesem Sinne, wünsche ich Ihnen guten Erfolg bei Ihren Vorbereitungen zu Fort- und Weiterbildungsprüfungen und in Ihrem täglichen technischen Berufsleben.

Sollten Sie Fragen zum Thema Aufgabenstellungen mit Lösungen Nr. 1 haben, oder haben Sie Anregungen zu den Aufgabenstellungen, sind Sie herzlich aufgefordert, sich kundzutun.

Nehmen Sie, wenn Bedarf vorhanden ist, Kontakt über meine Internetseite, <http://www.Horst-Weinkauf.de> mit mir auf.

Horst Weinkauf

7.) Erläutern Sie das Funktionsprinzip der Sauerstoffsprungsonde, auch Zweipunktsonde genannt.

7.) Erläutern Sie das Funktionsprinzip der Sauerstoffsprungsonde, auch Zweipunktsonde genannt.

Ich nenne diese Lambdasonde eine reagierende Sonde, da sie immer nur auf den Abgassauerstoffgehalt reagieren kann, also nicht wie die Breitbandsonde künstlich ein Lambda 1 bei einer Spannung von 450 mV erzeugen kann.

Abb.: 07.1 Vollschnittdarstellung einer galvanischen Lambdasonde im Abgasrohr

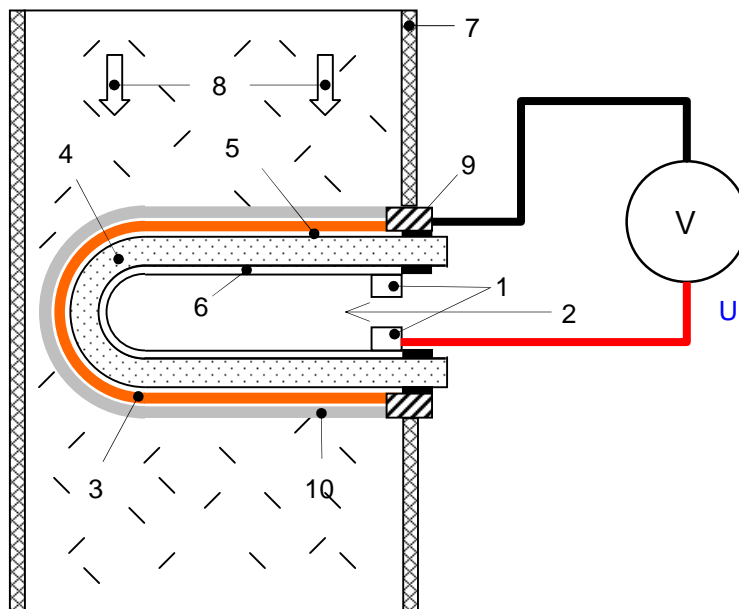


Abb.: 07.2 Tabelle 01 Bauteilbenennungen für -Abb.: 07.1 Vollschnittdarstellung einer Lambdasonde im Abgasrohr-

Nr.	Bauteil
1	innere Anschlusselektroden, Plusanschluss für Sondenspannung
2	Zuströmmöglichkeit des Außenluftsaauerstoffs in das Innere der Lambdasonde
3	poröse keramische Schutzschicht
4	Zirkondioxid Festelektrolyt ( $ZrO_2$ )
5	Platin-Außenelektrode
6	Platin-Innenelektrode
7	Abgasrohr
8	Abgasströmung
9	Gehäusekontaktierung, Sondengewinde, gleichzeitig Minusanschluss für die Sondenspannung
10	VA-Schutzrohr mit Schlitzten, dient als mechanischer Schutz für die Lambdasonde, im Speziellen für die Sondenkeramik und gegen die so genannten Thermoschocks
U	Lambdasondenspannung

Galvanische Lambdasonden (Luigi Galvani, ital. Arzt, Biophysiker, 09.09.1737 – 04.12.1798) arbeiten nach dem Sauerstoff vergleichenden Messprinzip. Das heißt, zwischen zwei Sauerstoffanteilen besteht auf Grund der unterschiedlichen Sauerstoffionenanzahl eine elektrische Spannung (Potenzialdifferenz). Bei den beiden Sauerstoffanteilen handelt es sich um den Abgassauerstoffanteil und dem Sauerstoffanteil, der sich in der Atmosphärenluft befindet. Der Sauerstoffanteil in der Atmosphäre ist bekannt und überall gleich hoch, er beträgt 21 %. Der Sauerstoffanteil im Abgas ändert sich laufend, je nach Gemischstatus und damit dem Lastzustand des Motors.

### **Entstehung/Erzeugung der Lambdasondenspannung:**

Betrachtet man sich die Schnittdarstellung, siehe -Abb.: 07.1 *Vollschnittdarstellung einer Lambdasonde im Abgasrohr-*, erkennt man einen inneren Bereich (6) und einen äußeren Bereich (10). Der innere Bereich ist permanent dem Sauerstoffgehalt der Atmosphäre ausgesetzt. Der äußere Bereich wird vom Restsauerstoffgehalt des Abgases umspült, der für den Verbrennungsprozess nicht benötigt wurde. Wie kommt der Sauerstoffanteil der Atmosphäre in das Innere der Lambdasonde? Forderungsbedingt, wird eine Lambdasonde aus nicht rostenden Materialien gefertigt. Das Fertigungsverfahren wird als Tiefziehprozessfertigung bezeichnet. Dieses Fertigungsverfahren findet nahezu für alle im Kraftfahrzeug eingebaute Formteile statt. Es werden dazu besonders wärmebehandelte Bleche benutzt.

Diese werden in einem Pressverfahren zwischen Stempel und Form in mehreren Arbeitsschritten bis zur endgültigen Form gepresst. Der Vorteil dieses Verfahrens ist folgender: Überall besteht die gleiche Materialdicke, welche ja unbedingt für die auftretenden Kräfte erforderlich ist. Wenn nun die einzelnen Bestandteile der Lambdasonde nach diesem Verfahren gefertigt wurden, werden sie in der Endphase der Produktion zusammengebaut. Die Formteile werden in Presspassung zusammengefügt. Durch die Presspassung entstehen zwischen den einzelnen Formteilen Luftspalte, mit sehr geringer Spaltbreite. Durch diese Spalte gelangt jetzt der Sauerstoff der Atmosphäre in das Innere der Lambdasonde. Eine weitere Möglichkeit Sauerstoff in das Innere gelangen zu lassen, ist eine gewollt gesetzte Bohrung, durch die Sauerstoff in das Innere eindringen kann. Ferner gelangt auch noch Sauerstoff durch die elektrischen Leitungsdurchführungen in das Innere.

Nun wissen wir, welchen Ursprung die beiden Sauerstoffanteile, die die elektrische Spannung erzeugen, haben. Diese erzeugte elektrische Spannung kommt durch einen Diffusionsprozess (diffundieren, lat. fachspr. für durchdringen) durch den Keramikkörper, Sondenkeramik (4) zustande. Es findet ein Diffusionsvorgang von Sauerstoffionen, von der Innenseite zur Außenseite des Sondenkeramikwerkstoffes (Zirkondioxid) statt. Dieses Durchdringen, durch die Sondenkeramik, kann allerdings erst ab einer Temperatur von ca. 350 °C stattfinden. Um diese Temperatur zu erreichen, beheizt man die Lambdasonden mit einer elektrischen Heizung.

Die äußere Elektrode (5) stellt den Minuspol dar, die innere Elektrode (6) stellt den Pluspol dar. Es wird also, von der inneren Elektrode gegen Masse Klemme 31, die Lambdasondenspannung gemessen.

**Annahme:**

Die Gemisch- und damit die Abgaszusammensetzung haben folgenden Status: Der Fahrzeugführer befindet sich mit dem Fahrzeug in der Beschleunigungsphase, das heißt, fettes Gemisch,  $\lambda < 1$  und damit Sauerstoffmangel im Abgas.

Die Lambdasonde wird außen mit/von wenigen Sauerstoffionen umspült, im Innern befinden sich aber nach wie vor 21 % Sauerstoff aus der Atmosphäre. Dieser hohe Sauerstoffanteil aus der Atmosphäre diffundiert nun durch die Sondenkeramik, dadurch kommt es zur Verarmung von Sauerstoffionen im Innern, diese Elektrode wird positiv gegenüber der äußeren Elektrode. Dadurch wird jetzt eine elektrische Spannung im Millivoltbereich erzeugt. Die Spannung kann maximal 1000 mV erreichen. Die Reaktion des Motronicsteuergerätes, die Einspritzzeiten werden verkürzt. Durch die Verkürzung der Einspritzzeiten, kommt es zur Abmagerung des Gemisches,  $\lambda > 1$  und damit zu einem höheren Sauerstoffanteil im Abgas.

Da der Sauerstoffanteil im Abgas jetzt nahezu genauso hoch ist, wie der Sauerstoffanteil im Innern der Lambdasonde, kommt der Diffusionsprozess von Sauerstoffionen aus dem inneren- in den äußeren Bereich der Lambdasonde zum Erliegen. Die jetzt gemessene Spannung beträgt nahezu 0 Volt, da nahezu keine Differenz der Sauerstoffionen vom inneren-

zum äußeren Bereich der Lambdasonde vorhanden ist. Das Steuergerät reagiert mit der Verlängerung der Einspritzzeiten auf diese Spannung. Der Sauerstoffanteil im Abgas verringert sich, der Diffusionsprozess von innen nach außen der Sonde beginnt von neuem, eine Lambdasondenspannung kann jetzt wieder gemessen werden. Dieser Prozess ist ein kontinuierlicher Prozess, dessen Ablauf vom Kraftstoff-Luft-Gemisch und der Temperatur der Sondenkeramik abhängig ist. Die Temperatur beeinflusst im entscheidenden Maße die Leitfähigkeit für Sauerstoffionen. Je höher die Temperatur, desto besser die Leitfähigkeit der Sondenkeramik.

Diese, von der Temperatur abhängige Leitfähigkeit, beeinflusst die Ansprechgeschwindigkeit der Lambdasonde und damit das Stöchiometrische Gemisch.

**Besonderheit:**

Der Name Sprungsonde, oder Zweipunktsonde rührt aus der Tatsache, dass die Sonde bei den verschiedenen Gemischzuständen und damit Abgaszusammensetzungen, exakt bei einer Spannung von 450 mV – 500 mV einen Spannungssprung vollzieht.

Auch kennt sie nur diese beiden Schaltzustände hohe- niedrige Spannung. Das heißt, sie kann immer nur auf den Gemischstatus des Abgases **reagieren**.

Da die Lambdasonde erst bei einer Temperatur von 350 °C ihre Funktion aufnimmt, findet bis zum Erreichen dieser Temperatur keine Lambdaregelung statt. Das Motormanagementsystem arbeitet bis zum Erreichen dieser Temperatur im gesteuerten Betrieb.

Ist die Betriebstemperatur erreicht, reagiert die Lambdasonde nach einer Zeit von <50 ms. Lambdasonden altern thermisch, das heißt, wird eine Temperatur von 850 °C bei längerem Vollastbetrieb permanent überschritten, kommt es zur thermischen Zerstörung der Sonde. Auch spielt die Beschichtung der Elektroden mit Platin (Pt) eine wichtige Größe für die Haltbarkeit einer Lambdasonde. Wird sie mit einer zu hohen Temperatur betrieben, „verschmiert“ die Platinschicht und wird dadurch undurchlässig für Sauerstoffionen, damit ist die Funktionsfähigkeit nicht mehr gegeben. Manche Hersteller empfehlen auch einem turnusmäßigen Wechsel der Lambdasonde nach ca. 160 000 km.

Da diese Art von Sonde nur immer auf den Sauerstoffanteil im Abgas reagieren kann, spreche ich hierbei von einer Reaktionssonde. Sie reagiert auf den Sauerstoffanteil, das Motronicsteuergerät reagiert wiederum auf die Lambdasondenspannung, die Einspritzzeiten werden verändert, der Sauerstoffanteil im Abgas ändert sich, die Lambdasondenspannung ändert sich und so weiter.

Walther Hermann Nernst (dt. Physiker und Chemiker, 25.06.1864 – 18.11.1941, Nobelpreis Chemie 1920)

In seiner Dissertation bearbeitete Walther Hermann Ernst den Diffusionsprozess in Elektrolytlösungen. Dort stellte er fest, dass Ionen aus einem dicht besetzten Bereich in einen weniger dicht besetzten Bereich diffundieren. Da dieser physikalische Prozess auch in der Lambdasonde stattfindet, hat man den keramischen Körper, durch den die Ionen diffundieren, Nernst-Zelle genannt.