



# TA 1531-0003

Technische Anweisung

## Lambda-Sonde



© INNIO Jenbacher GmbH & Co OG  
Achenseestr. 1-3  
A-6200 Jenbach, Austria  
[www.innio.com](http://www.innio.com)



1	Allgemeines .....	1
2	Messprinzip .....	1
3	Aufbau .....	2
4	Arbeitsweise .....	2
5	Einbauhinweise .....	2
6	Unbeheizte Lambda-Sonde .....	3
7	Beheizte Lambda-Sonde .....	3
8	Mager Lambda-Sonde.....	4
9	Spannungskennlinie der Lambda-Sonde bei 600°C Abgastemperatur .....	5
10	Revisionsvermerk .....	5

---

**Die Zielstellen dieses Dokumentes sind:**

Kunde, Vertriebspartner, Servicepartner, IB-Partner, Töchter/Außenstellen, Standort Jenbach

---

**Eigentumsrechtlicher Hinweis von INNIO: VERTRAULICH**

Die Informationen in diesem Dokument sind geschützte Informationen der INNIO Jenbacher GmbH & Co OG und deren Tochtergesellschaften und vertraulich. Sie sind Eigentum von INNIO und dürfen ohne vorherige schriftliche Genehmigung nicht verwendet, an Dritte weitergeleitet oder vervielfältigt werden. Hierzu zählt auch, aber nicht ausschließlich, die Nutzung der Informationen zur Erstellung, Herstellung, Entwicklung oder Ableitung von Reparaturen, Modifizierungen, Ersatzteilen, Konstruktionen oder Konfigurationsänderungen oder deren Beantragung bei staatlichen Behörden. Wenn die vollständige oder teilweise Vervielfältigung genehmigt wurde, sind dieser Hinweis sowie der weitere Hinweis auf allen Seiten dieses Dokuments ganz oder teilweise zu vermerken.

---

**GEDRUCKTE ODER ELEKTRONISCH VERMITTELTE VERSIONEN SIND NICHT KONTROLLIERT**

---

## 1 Allgemeines

Durchgreifende Abgasverbesserungen sind durch reine Luft-, Kraftstoff-Gemischsteuerung nicht zu realisieren. Erst die Gemischregelung in Verbindung mit Abgaskatalysatoren bringt eine wesentliche Schadstoffverringerung.

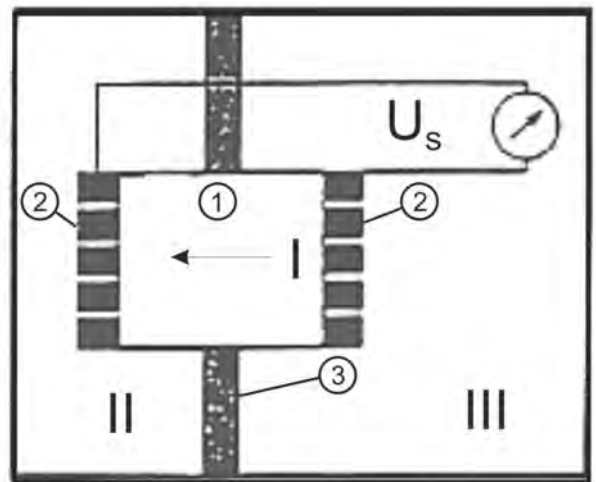
Die Lambda-Sonde ist Voraussetzung für die Gemischregelung. Sie liefert ein Signal über die augenblickliche Abgaszusammensetzung an den Regler, der die Kraftstoffmenge entsprechend korrigiert. Das Signal der Lambda-Sonde ist stabil und störunempfindlich.

## 2 Messprinzip

Die Lambda-Sonde arbeitet nach dem Prinzip der galvanischen Sauerstoffkonzentrationszelle mit Festelektrolyt. Als gasundurchlässiger Festelektrolyt dient ein Mischoxid aus Zirkoniumdioxid und Yttriumoxid.

Dieses Mischoxyd ist in einem weiteren Temperaturbereich ein fast reiner Sauerstoffionenleiter. Die Sauerstoffleitfähigkeit entsteht infolge Substitution des vierwertigen Zirkoniumions im Kristallgitter durch dreiwertige Yttriumionen. Aus Gründen der elektrischen Neutralität bleiben dadurch Sauerstoffplätze unbesetzt. Über diese Gitterleerstellen findet der Transport der Sauerstoffionen statt. Die Größe der elektrischen Leitfähigkeit wird in der Hauptsache durch die Zusammensetzung des Mischoxids und durch die Temperatur bestimmt. Wird der Festelektrolyt beiderseits mit porösen Elektroden kontaktiert und setzt man die eine Seite einer höheren Sauerstoffkonzentration aus als die andere Seite, so erhält man an den Elektroden eine elektrische Spannung. Mit Hilfe der Lambda-Sonde kann auf dieser Weise die Sauerstoffkonzentration im Abgas bei entsprechend hoher Temperatur des Festelektrolyten gemessen werden.

- ① Festelektrolyt
- ② Poröse Elektroden
- ③ Trennwand (Auspuffrohr)
- $U_s$  Sondenspannung
- I Sauerstoffionenleiter
- II Abgas (mit niedrigem Sauerstoffgehalt)
- III Luft (mit hohem Sauerstoffgehalt)



### 3 Aufbau

Der keramische Teil der Lambda-Sonde (Festelektrolyt) hat die Form eines einseitig geschlossenen Rohres. Die Oberfläche der Sondenkeramik ist mit einer mikroporösen Platinschicht versehen, die einerseits durch katalytische Wirkung die Sondencharakteristik entscheidend beeinflusst, andererseits zur Kontaktierung dient.

Auf dem abgasseitigen Teil der Sondenkeramik befindet sich über der Platinschicht eine festhaftende hochporöse Keramikschicht. Diese Schutzschicht verhindert einen erosiven Einfluss der Rückstände im Abgas auf die katalytisch wirkende Platinschicht. Dadurch erhält die Sonde eine hohe Langzeitstabilität.

### 4 Arbeitsweise

Die Lambda-Sonde, insbesondere die unbeheizte Ausführung, ist am Abgasrohr des Motors an einer Stelle eingebaut, an der über den gesamten Betriebsbereich des Motors die für die Funktion der Sonde nötige Temperatur herrscht.

Die Sonde ragt in den Abgasstrom und ist so gestaltet, dass die eine Elektroden­seite vom Abgas umspült ist und die andere Elektroden­seite mit der Außenluft (Atmosphäre) in Verbindung steht.

In den Abgasen des Ottomotors sind auch bei Kraftstoffüberschuss noch Restsauerstoffanteile enthalten (bei  $\lambda = 0,95$  etwa 0,1 ... 0,3 Vol% Sauerstoff), die mit der Lambda-Sonde gemessen werden.

Durch die Verwendung von porösen Platinelektroden findet an der Elektrodenoberfläche eine vollständige Umsetzung des Restsauerstoffes mit dem im Abgas enthaltenen Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen und mit Wasserstoff statt. Durch die katalytische Wirkung der abgasseitigen Elektrodenoberfläche ergibt sich ein sprunghafter Verlauf der Sondenspannung im Bereich der stöchiometrischen Zusammensetzung des Luft-Kraftstoff-Gemisches ( $\lambda = 1$ ).

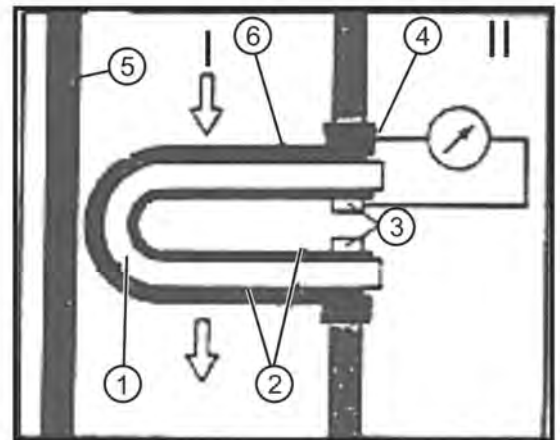
Die Sondenspannung und der Innenwiderstand der Sonde sind von der Temperatur abhängig. Ein sicherer Regelbetrieb ist bei Abgas-Temperaturen oberhalb 350°C möglich (unbeheizte Sonde) bzw. 200°C (beheizte Sonde).

### 5 Einbauhinweise

Die Lambda-Sonde wird an einer Stelle der Abgasleitung eingebaut, die eine repräsentative Abgaszusammensetzung aller Zylinder bei ausreichend hoher Abgas-Temperatur (min. 350°C bei unbeheizter Sonde, in. 200°C bei beheizter Sonde) aufweist.

Die Überhitzung der Anschlusspartie, besonders nach dem Abstellen des Motors, muss vermieden werden.

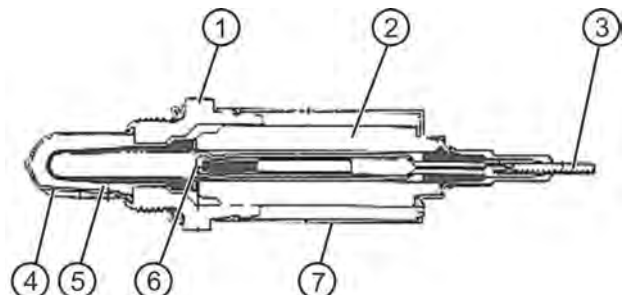
- ① Sondenkeramik
- ② Elektroden
- ③ Kontakt
- ④ Gehäusekontaktierung
- ⑤ Abgasrohr
- ⑥ Keramische Schutzschicht (porös)
- I Abgas
- II Luft



## 6 Unbeheizte Lambda-Sonde

Die aktive Sondenkeramik wird durch ein keramisches Stützrohr und eine Tellerfeder im Sondengehäuse gehalten. Die Kontaktierung erfolgt über ein Kontaktteil zwischen dem Stützrohr und der aktiven Sondenkeramik, sowie über einen metallischen Dichtring zwischen der Sondenkeramik und dem Sondengehäuse. Über der Anschlussseite der Sonde befindet sich eine metallische Schutzhülse, welche mit dem Sondengehäuse verstemmt ist. Die Schutzhülse hat kleine Öffnungen zum Druckausgleich im Innenraum der Sonde und dient als Widerlager für die Tellerfeder. Das Anschlusskabel ist an dem nach außen geführten Kontaktteil angequetscht und wird durch eine temperaturbeständige PTFE-Kappe gegen Feuchtigkeit und mechanische Beschädigung geschützt. Um Verbrennungsrückstände im Abgas von der Sondenkeramik fernzuhalten, ist die Abgasseite mit einem Schutzrohr besonderer Geometrie versehen. Im Schutzrohr befinden sich Schlitze, die so gestaltet sind, dass ein direktes Auftreten der Abgase auf die Keramik vermieden wird. Neben diesem mechanischen Schutz wird auch der Temperaturschock bei Übergängen von einem Betriebszustand zum anderen wirkungsvoll gemildert. Auf der Anschlussseite der Sondenkeramik können Temperaturen von 300 ... 500°C auftreten.

- ① Sondengehäuse
- ② Keramisches Stützrohr
- ③ Anschlusskabel
- ④ Schutzrohr mit Schlitzen
- ⑤ Aktive Sondenkeramik
- ⑥ Kontaktteil
- ⑦ Schutzhülse



## 7 Beheizte Lambda-Sonde

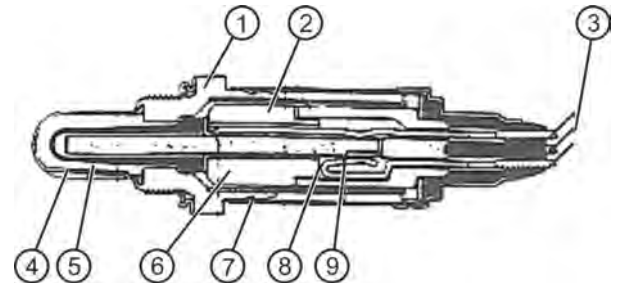
Das Konstruktionsprinzip der beheizten Sonde ist weitgehend mit der unbeheizten Sonde identisch.

Die aktive Sondenkeramik ( $ZrO_2$ ) wird von innen durch ein keramisches Heizelement beheizt, so dass unabhängig von der Abgastemperatur die Temperatur der Sondenkeramik über der Funktionsgrenze von 350°C verbleibt. Das keramische Heizelement weist eine PTC-Charakteristik auf, was zu einer schnellen Aufheizung führt und den Leistungsbedarf bei heißem Abgas begrenzt (ca. 12 W bei 350°C Gastemperatur).

Die Anschlüsse des Heizelementes sind von der Sondensignalleitung völlig entkoppelt ( $R \geq 30 \text{ M } \Omega$ )

Die beheizte Sonde weist im Gegensatz zur unbeheizten Sonde ein Schutzrohr mit verminderter Durchlassöffnung auf. Dadurch wird u.a. eine Abkühlung der Sondenkeramik bei kaltem Abgas verhindert (3 Schlitze).

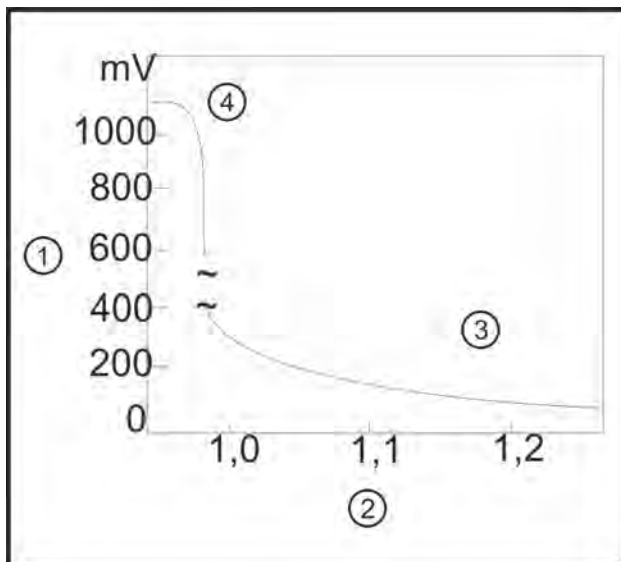
- ① Sondengehäuse
- ② Keramisches Stützrohr
- ③ Anschlusskabel
- ④ Schutzrohr
- ⑤ Aktive Sondenkeramik
- ⑥ Kontaktteil
- ⑦ Schutzhülse
- ⑧ Heizelement
- ⑨ Klemmanschlüsse für Heizelement



## 8 Mager Lambda-Sonde

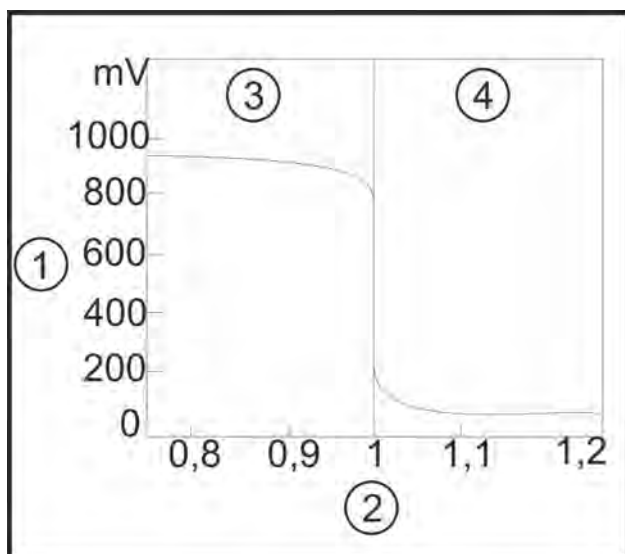
Der konstruktive Aufbau der Mager-Lambda-Sonde ist weitgehend mit der unbeheizten Sonde identisch. Die Funktion der Mager-Lambda-Sonde basiert auf dem gleichen physikalischen Prinzip wie die Lambda = 1-Sonde und nutzt zusätzlich den durch konstruktive Maßnahmen stabilisierten Verlauf der Kennlinie im Lambda-Bereich  $\lambda > 1,0$  bis  $\lambda = 1,5$  ( $\lambda = 2,0$  für Sonderanwendung) aus.

Durch Verwendung eines leistungsverstärkten Heizelements (ca. 18 W statt 12 W) und durch eine zusätzliche Masseleitung wird die Ausgangsspannung (10 ... 60 mV bei  $\lambda = 1,5 \dots 1,05$ ) auch ohne Temperaturregelung stabilisiert. Je nach Abgastemperatur und Abgasgeschwindigkeit kann durch eine besondere Gestaltung des Schutzrohres der Temperatureinfluss verringert werden.



①	Sonderspannung $U_s$
②	Luftzahl $\lambda$
③	Magerregelung
④	Regelung $\lambda = 1$

## 9 Spannungskennlinie der Lambda-Sonde bei 600°C Abgastemperatur



①	Sonderspannung $U_s$
②	Luftzahl Lambda
③	fettes Gemisch (Luftmangel)
④	mageres Gemisch (Luftüberschuss)

## 10 Revisionsvermerk

## Revisionsverlauf

Index	Datum	Beschreibung / Änderungszusammenfassung	Experte Prüfer
2	15.04.2019	GE durch INNIO ersetzt / GE replaced by INNIO	<b>Opoku</b> Pichler R.
1	19.08.2014	Umstellung auf CMS / Change to <b>C</b> ontent <b>M</b> anagement System ersetzt / replaced Index: a	<b>Kecht</b> Hillen

