



Produkt / Product: Planare Breitband Lambdasonde

Typ / Type: LSU 4.2

Bestellnummer / Part Number: 0 258 007 ...

Angebotszeichnung / Offer Drawing: A 258 400 ...

Gültig ab / Valid from: 21.3.2001

Bemerkung / Comment:

Nr. Index	Seite Page	Änderung Revision	Datum Date	K3/ESV6 -Ham	K3/ESV	K3 - Verkauf
-	-	Erstausgabe / First Edition	26.5.97			
1.1	3	Abgleichwiderstand ergänzt				
1.3	3	Iso. Messbedingungen ergänzt				
1.4	4	Heizerversorgung erweitert				
1.5	4	Heizerversorgung Frequenz				
2.7	6	Pumpstromgrenzen ergänzt				
4	8,9	Anpassung Kennlinie und Zielwert $R_i=80\Omega$				
5.10	13	Benzindichtheit für LSU4.2				
5.12	13	Gasdichtheitsprüfdruck erhöht				
5.13	13	Falltest ergänzt				
7.1	15	Bewertung Feldteile ergänzt				
8	17	Variante LSU4.2 ergänzt Variante d2 ergänzt				
9.9	19	Gegengewinde Spec. ergänzt				
9.16	20	Anmerkung Wasserbeaufschlagung				
10.7	22	Hinweis Auswertung AWS/CJ110	25.1.99			
2.3/4		Temperaturspezifikation erweitert				
4		Funktionswerte ergänzt				
7.1	16	Kennwerte gealtert geändert				
8	18	Variante „d4“ Schutzrohr Variante kurzer PTFE Schlauch Variante Inconel-Rohr gelöscht Variante LSU4.7 gelöscht				
9.9	20	Gegengewinde Spez. ergänzt	6.10.00			
5.12	14	Gasdichtheitsprüfung überarbeitet				
4.1	8	Variante „d4“ Kennwerte ergänzt	21.3.01	gez Hamann gez Meier	gez Neumann	

Inhalt

1.	Kenndaten	3
2.	Einsatzbedingungen	5
3.	Prüfmethoden	7
4.	Funktionswerte	8
5.	Dauererprobung, Umweltprüfungen	11
6.	Serienbegleitende Prüfungen	15
7.	Bewertung von gealterten Teilen	16
8.	Konstruktionsvarianten	18
9.	Einbauhinweise	19
10.	Allgemeine Betriebshinweise	22

Weitere Unterlagen:

Applikationsleitfaden	KGS_LS (APP 108)
Handhabungsempfehlung	Y 258 E00 000
Temperaturmesssonden	Y 258 E00 001
Messmethode Temperatur- und Thermoschockmessung	Y 258 E00 003
Prüfstand Synthetikgas (PSG)	Y 258 E00 004
LSU Prüfstand und Prüfmethode	Y 258 E00 005

Unterschiedliche Daten für Konstruktionsvarianten sind ggf. gesondert gekennzeichnet. Erklärung siehe Abschnitt 8.

Allgemeines

Die Breitband-Lambdasonde LSU ist eine planare ZrO_2 Zweizellen-Grenzstromsonde mit integriertem Heizer. Sie eignet sich zur Messung des Sauerstoffgehaltes und des λ -Wertes von motorischen Abgasen. Durch ihre stetige Kennlinie im Bereich von $\lambda=0,7$ bis Luft ist sie universell sowohl für $\lambda=1$ als auch für andere λ -Bereiche einsetzbar.

Das Anschlusssteckermodul beinhaltet einen Abgleichwiderstand, welcher die Charakteristik des Sensors bestimmt und zur Funktion des Sensors notwendig ist.

Die LSU benötigt zur Funktion eine spezielle Betriebselektronik.

1. Kenndaten

1.1 Elektrischer Anschluss: 6 polig
Bereich Abgleichwiderstand 30 ... 300 Ω

1.2 Heizerversorgung

Die Heizerversorgungsspannung muss derart geregelt bzw. gesteuert werden, dass die Temperatur des Sensors bei einer Nominaltemperatur von ca. 750°C gehalten wird.

Nominalspannung, Prüfspannung: 9 V

Nominale Heizleistung bei 9 V Heizspannung
im Beharrungszustand (Abgastemperatur 350°C,
Strömungsgeschw. des Abgases ca. 0,7 m/s): ca. 10 Watt

Nominaler Heizerkaltwiderstand bei 20°C
Umgebungstemperatur im Neuzustand, einschließlich Kabel und Anschlussstecker: 3,2 Ω

Minimaler Heizerkaltwiderstand bei -40°C: 2,1 Ω

1.3 Isolationswiderstand

zwischen Gehäuse und jedem Heizer- und
Sondensignalanschlusspin im Neuzustand bei
Normalklima (23°C/50% Luftfeuchte), Heizer aus: $\geq 30 M\Omega$

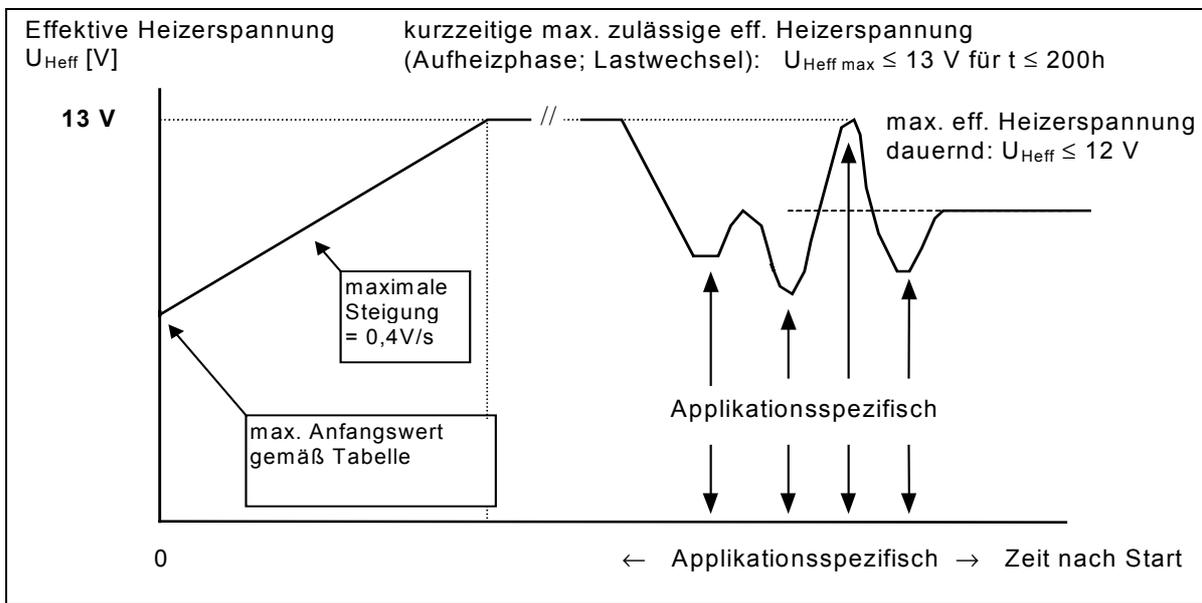
zwischen SONDENSIGNALKREIS und SONDEN-
gehäuse bei 530° Sechskanttemperatur,
neu und nach 500 h Alterung gemäß Abschnitt 5.1: $\geq 100 k\Omega$

1.4 Bei Einschalten des Heizers ist die Heizleistung wie folgt zu begrenzen:

- der Anfangswert der Heizerspannung während der Aufheizphase ist temperaturabhängig von der Starttemperatur des Sensors. Schnellstartbedingungen gelten **nur** bei Vorliegen aller Voraussetzungen für Schnellstart gemäß Y 258 E00 003, Abschnitt 1.4.2 (z.B. motornaher Einbau der Sonde, rasche Aufheizung des Abgases)

$T_{\text{Sensor}} / ^\circ\text{C}$	-40	-10	20	50
$U_{\text{H,eff,max}}(t=0) / \text{V}$ (Standard)	7.4	7.8	8.2	8.6
(Schnellstart)	9.0	9.5	10.0	10.5

- Aufheizrate $\Delta U_{\text{H,eff}} / \Delta t \leq 0,4 \text{ V/s}$



Maximale zulässige Aufheizrate mit begrenzter Heizleistung zur Reduzierung von thermischen Belastungen in der Aufheizphase.

1.5 Maximal zulässige effektive Heizerspannung $U_{\text{H,eff}}$ bei $T_{\text{Keramik}} < 900^\circ\text{C}$

- kurzzeitig $\leq 200 \text{ h}$: $\leq 13 \text{ V}$
- stationär: $\leq 12 \text{ V}$

Minimal zulässige Frequenz der Heizertaktung

- bei Bordnetzspannung $U_{\text{Batt}} (\text{Peak}) \leq 16\text{V}$: $\geq 2 \text{ Hz}$

Anmerkung: der Einsatz in 24V Bordnetzen wird nicht empfohlen.

Anmerkung: Einschaltdauer $ED = (U_{\text{H,eff}} / U_{\text{Batt}})^2$

2. Einsatzbedingungen

Anmerkungen zu den Temperaturmessungen
siehe auch Abschnitt 3: Prüfmethode

2.1 Temperaturbereich passiv: -40°...+100°C
(Lagertemperatur)

2.2 Betriebstemperaturen

Abgas am Sensorelement: ≤ 930°C

Sechskant am Sondengehäuse: ≤ 570°C

Kabelausgang (PTFE-Formschlauch)

- Sondenseitig (PTFE-Tülle): ≤ 250°C

- Kabelseitig (obere Schlauchhülse): ≤ 200°C

Kabel und Schutzschlauch: ≤ 250°C

Anschlussstecker: ≤ 120°C

2.3 Maximaltemperaturen (max. 250 h akkumuliert über Lebensdauer)

Abgas am Sensorelement: ≤ 1030°C

Sechskant am Sondengehäuse: ≤ 630°C

2.4 Maximaltemperaturen (max. 40 h akkumuliert über Lebensdauer)

Kabelausgang (PTFE-Formschlauch)

- Sondenseitig (PTFE-Tülle): ≤ 280°C

- Kabelseitig (obere Schlauchhülse): ≤ 230°C

Kabel und Schutzschlauch: ≤ 280°C

Anmerkungen:

Bei einer Abgastemperatur oberhalb 850°C wird die Sondenheizung abgeschaltet. Hierbei ist die SONDENGENAUEIGKEIT eingeschränkt.

Wenn maximale Abgastemperaturen von 850°C oder Sechskanttemperaturen von 500°C überschritten werden, sollte ein verlängertes Gegengewinde vorgesehen werden (siehe Abschnitt 9.9)

Wird die Sonde für länger als 10 Minuten ohne Unterbrechung im Maximaltemperaturbereich oberhalb der Betriebstemperatur betrieben, kann die Sondenfunktion während dieser Zeit beeinträchtigt sein.

2.5 Sondenkeramikttemperatur bei abgas- ≤ 350°C
seitiger Kondenswasserbeaufschlagung
Anmerkung: Sonde ist bei 350°C noch nicht regelbereit

2.6 Zulässige Schwingungsbelastung
(gemessen am Sondengehäuse)

Stochastische Schwingungen: $\leq 1000 \text{ m/s}^2$
(Spitzenwert/peak)

Sinusförmige Schwingungen

- Schwingweg: $\leq 0,3 \text{ mm}$
- Schwingbeschleunigung: $\leq 300 \text{ m/s}^2$

2.7 Max. Strombelastung der Nernstzelle

Dauer-Gleichstrom: $\leq 10 \text{ }\mu\text{A}$
Dauer-Wechselstrom ($f = 1 \dots 4 \text{ kHz}$) $\leq 250 \text{ }\mu\text{A}$
für R_I Messung

Max. Pumpstrom in die Pumpzelle

- für Fettgassignal $\geq -9 \text{ mA}$
- für Magergassignal $\leq 18 \text{ mA}$

2.8 Zulässige Kraftstoffadditive
entspr. DIN EN228 für handelsüblichen
unverbleiten Kraftstoff

Betrieb mit verbleitem Kraftstoff siehe 7.2

2.9 Ölverbrauch und Ölsorte

Zulässige Werte und Angaben müssen beim Kunden durch
ausreichende Breitereprobung ermittelt werden.

Richtwert: $\leq 0,7 \text{ l/1000 km}$

2.10 Siliziumbeständigkeit

siehe Test in 5.11

2.11 Lebensdauer

Die technische Entwicklung der Sonde ist für eine Lebensdauer von
160.000 km, maximal jedoch 10 Jahre ausgelegt. Fehlerkriterium ist die
Nichteinhaltung der in Abschnitt 7 angegebenen Funktionsdaten.

Folgende Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die o.g Laufzeit
erreicht wird:

- Einsatzbedingungen entsprechend Abschnitt 1 und 2
- Einbaubedingungen entsprechend Abschnitt 9.
- Überprüfung jeder Applikation/Einbaustelle nach Applikationsleitfaden
KGS_LS
- Verwendung einer für den Einsatz an Lambdasonden von RB empfohlenen
Steckverbindung mit Einzelkammerabdichtung und vergoldeten Steckerkon-
takte für den Sondensignalkreis.

Die kaufmännische Gewährleistung und Haftung ist hiervon unabhängig in den
Lieferkonditionen geregelt.

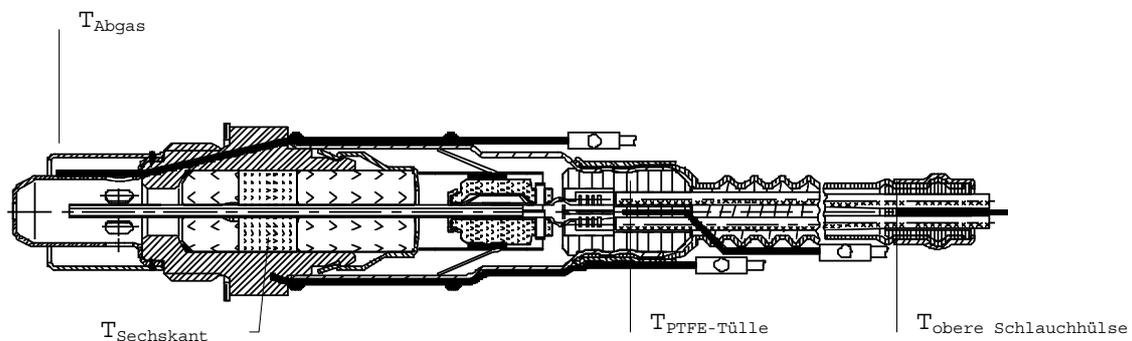
3. Prüfmethoden

3.1 Temperaturmessungen

Die Sondentemperaturen im Betrieb werden mittels einer speziellen Messsonde, die mit NiCrNi Thermoelementen ausgerüstet ist, gemessen (siehe Skizze).

Der Messsondentyp "MM" besitzt Messpunkte an der oberen Schlauchhülse, an der PTFE Tülle sowie am Sechskant des Gehäuses ($T_{\text{Sechskant}}$). Der Messsondentyp "MXT" besitzt zusätzlich eine Messstelle zur Bestimmung der Abgastemperatur (T_{Abgas}).

Weitere Informationen zu Temperaturmesssonden enthält der Bericht Y 258 E00 001 und die Beschreibung der Messmethode Y 258 E00 003.



3.2 Prüfstände und Prüfmethoden zur Ermittlung der Funktionswerte in Abschnitt 4

Prüfstand Synthetikgas (PSG)
 LSU-Prüfstand und Prüfmethode:

Y 258 E00 004

Y 258 E00 005

Hinweise zur Durchführung der Prüfstandsmessungen

Aufgrund der begrenzten Messmittelfähigkeit der Gasprüfstände sind cpk Berechnungen mit den angegebenen Toleranzen nicht sinnvoll.



4. Funktionswerte

Für die Messungen wird die LSU mit der AWS Auswerteelektronik betrieben, die Toleranzen beziehen sich nur auf die Lambdasonde LSU4. Die Heizleistung wird bei der Messung so geregelt, dass ein nomineller Sondeninnenwiderstand von $R_I=80\Omega$ (Messung mit 1...4 kHz) erreicht wird, dies entspricht etwa einer Keramiktemperatur von 750°C im Neuzustand.

4.1 Messung bei $\lambda = 1$ im Synthetikgasprüfstand bei 350° Gastemperatur gemäß Prüfmethode Y 258 E00 004:

Sonden mit Schutzrohr „d1“ nach Abschnitt 8	Neu	nach 500h Dauerlauf gemäß 5.1	nach 2000h Dauerlauf gemäß 5.1
λ statisch (Pumpstrom $I_p=0$)	1,009 ± 0,006	1,009 ± 0,007	1,009 ± 0,008
λ dynamisch	1,010 ± 0,006	1,010 ± 0,007	1,010 ± 0,008
Frequenz [Hz]	2,8 ± 0,8	2,8 ± 1,0	2,6 ± 1,0

Sonden mit Schutzrohr „d2“	Neu	nach 500h	nach 2000h
λ statisch (Pumpstrom $I_p=0$)	1,009 ± 0,006	1,009 ± 0,007	1,009 ± 0,008
λ dynamisch	1,010 ± 0,006	1,010 ± 0,007	1,010 ± 0,008
Frequenz [Hz]	2,3 ± 0,8	2,3 ± 1,0	2,1 ± 1,0

Sonden mit Schutzrohr „d4“	Neu	nach 500h	nach 2000h
λ statisch (Pumpstrom $I_p=0$)	1,010 ± 0,006	1,010 ± 0,007	1,010 ± 0,008
λ dynamisch	1,010 ± 0,006	1,010 ± 0,007	1,010 ± 0,008
Frequenz [Hz]	2,8 ± 0,8	2,8 ± 1,0	2,6 ± 1,0



4.2 Messung im Fett- und Magerbereich im LSU-Prüfstand bei 20° Gastemperatur gemäß Y 258 E00 005:

	Neu	nach 500h Dauerlauf gemäß 5.1	nach 2000h Dauerlauf gemäß 5.1
Messgas für $\lambda=1,7$: 8,29% O ₂ in N ₂ bei p=1013 hPa			
λ Anzeige bei $\lambda=1,7$: (*)	1,70 ± 0,05	1,70 ± 0,10	1,70 ± 0,15
Messgas für $\lambda=0,8$: 3,15% H ₂ , 3,15% CO ₂ , 4,05% CO in N ₂ bei p=1013 hPa			
λ Anzeige bei $\lambda=0,8$:	0,80 ± 0,01	0,80 ± 0,02	0,80 ± 0,04

(*) Für andere λ -Werte und Betriebsbedingungen können die λ -Toleranzen berechnet werden.

Es gilt für den Bereich $\lambda > 1$: $\Delta\lambda = \lambda(\lambda-1)\Delta I_p / I_p$

Für ein H/C-Verhältnis von H/C=2 gilt: $\lambda = (x_{O_2}/3 + 1) / (1-4,76*x_{O_2})$

4.3 Messung der Einschaltzeit des Sensors („Light-off“) im Synthetikgasprüfstand bei 20° Gastemperatur gemäß Y 258 E00 004:

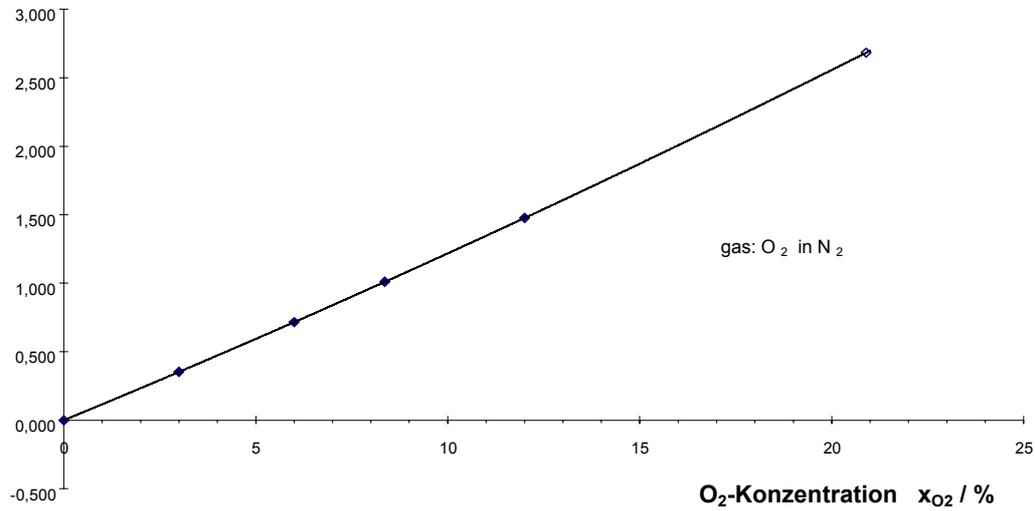
	Neu	nach 500h Dauerlauf gemäß 5.1	nach 2000h Dauerlauf gemäß 5.1
Einschaltzeit [s] („Light-off“)	≤ 20	≤ 20	≤ 20

Anmerkung: im Motor sind je nach Einbau- und Abgastemperaturverhältnissen die Light-off-Zeiten kürzer.

4.4 Nominale Kennlinie

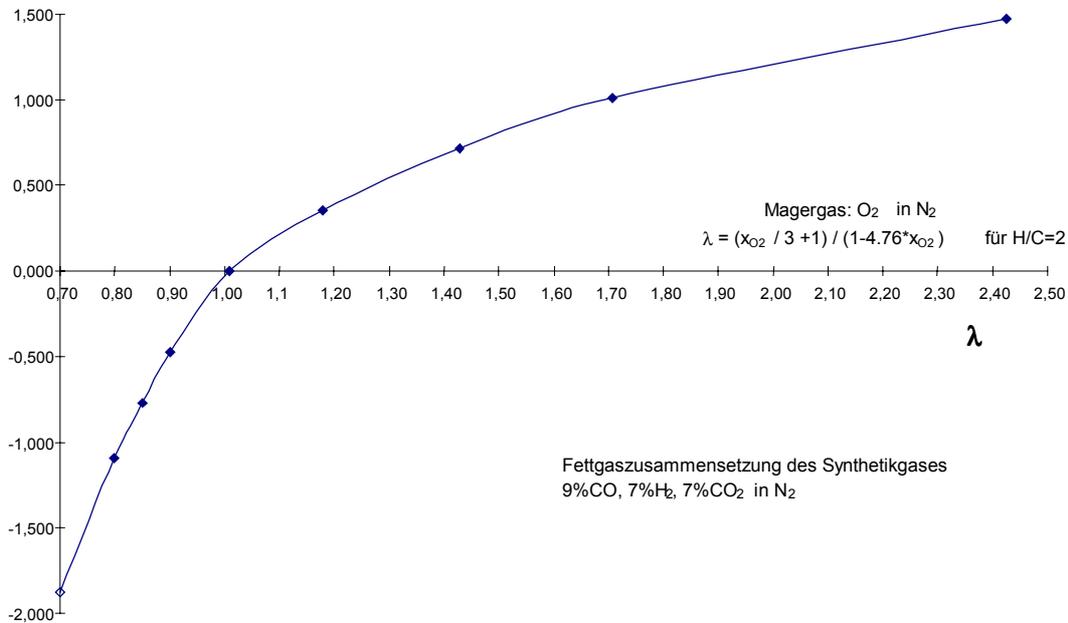
Charakteristische Kennlinie, Strom durch Messwiderstand $61,9\Omega$, $p_{gas}=1013hPa$
Innenwiderstand der Nernstzelle $R_{IN} = 80\Omega$ (Wechselstrom mit 1.4kHz)

$I_{p, meas} / mA$



O ₂ -Konz. x _{O2} /%	0,0	3,0	6,0	8,29	12,0	20,9
I _{p, meas} / mA	0,00	0,34	0,68	0,95	1,40	2,55

$I_{p, meas} / mA$



λ-Wert	0,70	0,80	0,85	0,90	1,009	1,18	1,43	1,70	2,42	207
I _{p, meas} /mA	-1,85	-1,08	-0,76	-0,47	0,00	0,34	0,68	0,95	1,40	2,55

Anmerkung: diese Kennlinien gelten für das spezifizierte Prüfgas.
Im Motorabgas können andere Werte gelten, diese sind separat zu bestimmen.

5. Dauererprobung, Umweltprüfungen

Für alle Prüfungen sind neue Sonden zu verwenden. Nach Abschluss der Prüfungen müssen die Sonden die Funktionswerte für neue Sonden nach Abschnitt 4 erfüllen, soweit nicht anderweitig festgelegt. Die Prüfungen werden mit einer Heizerversorgungsspannung von 9 Volt durchgeführt, sofern nicht anders festgelegt.

5.1 Prüfstandsdauerlauf

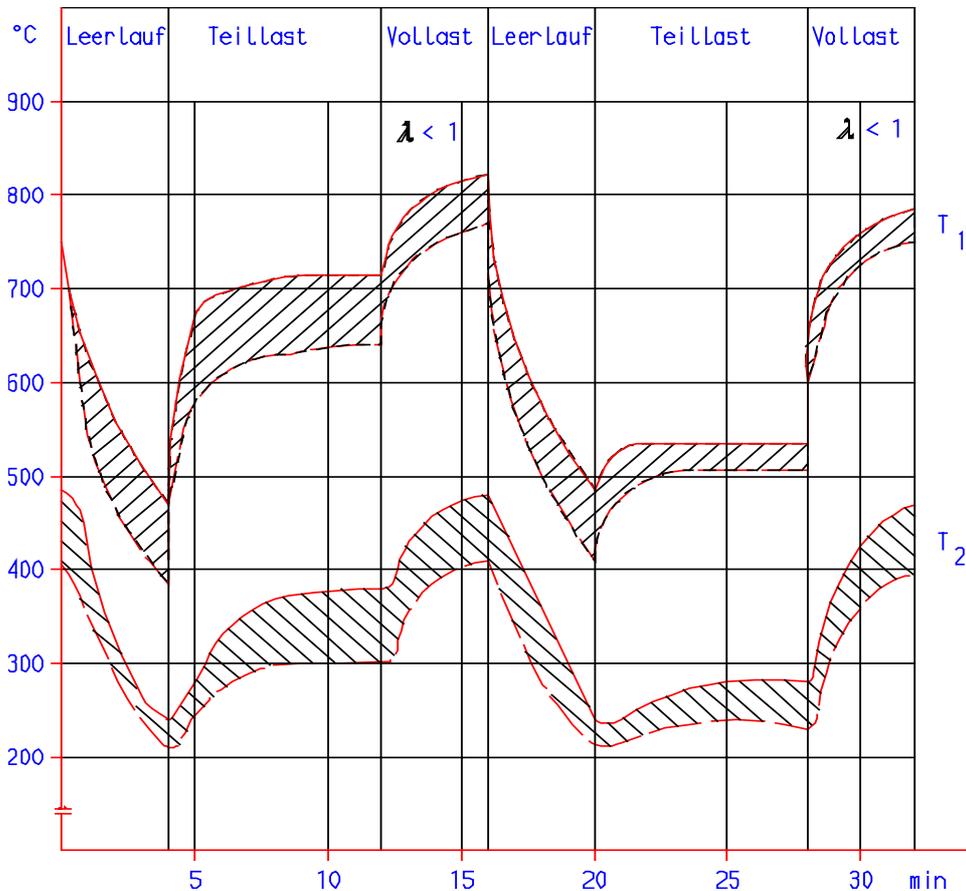
Zur Alterung und zur Ermittlung der Funktionswerte nach Prüfstandsdauerlauf werden die Sonden in die Abgasleitung eines $\lambda = 1$ geregelten Ottomotors eingebaut. Hierbei werden die Sonden mit einer Betriebselektronik betrieben (Regelung der Heizleistung). Drehzahl und Last werden in einem 6 Stufenprogramm derart verändert, dass an der Sondenspitze ein Abgastemperaturverlauf gemäß Skizze erreicht wird.

- Kraftstoff: nach DIN EN228 für handelsüblichen unverbleiten Kraftstoff
- Ölverbrauch $\leq 0,04$ l/h
- Ölsorte: Handelsübliches Mehrbereichsöl, Viskosität 10 W 40 API Spez. SF.

Die Temperaturgrenzen nach Abschnitt 2 müssen durch ausreichende Kühlluftzufuhr sichergestellt werden. Nach dem Test müssen die Sondenkennwerte für gealterte Sonden gemäß Punkt 4 erfüllt werden. Einstellung der Abgastemperatur erfolgt durch Drehzahl- und Laständerung. Einstellung der Sechskanttemperatur erfolgt durch Zusatzventilationskühlung von außen.

T1 = Gastemperatur

T2 = Gehäuse Sechskant

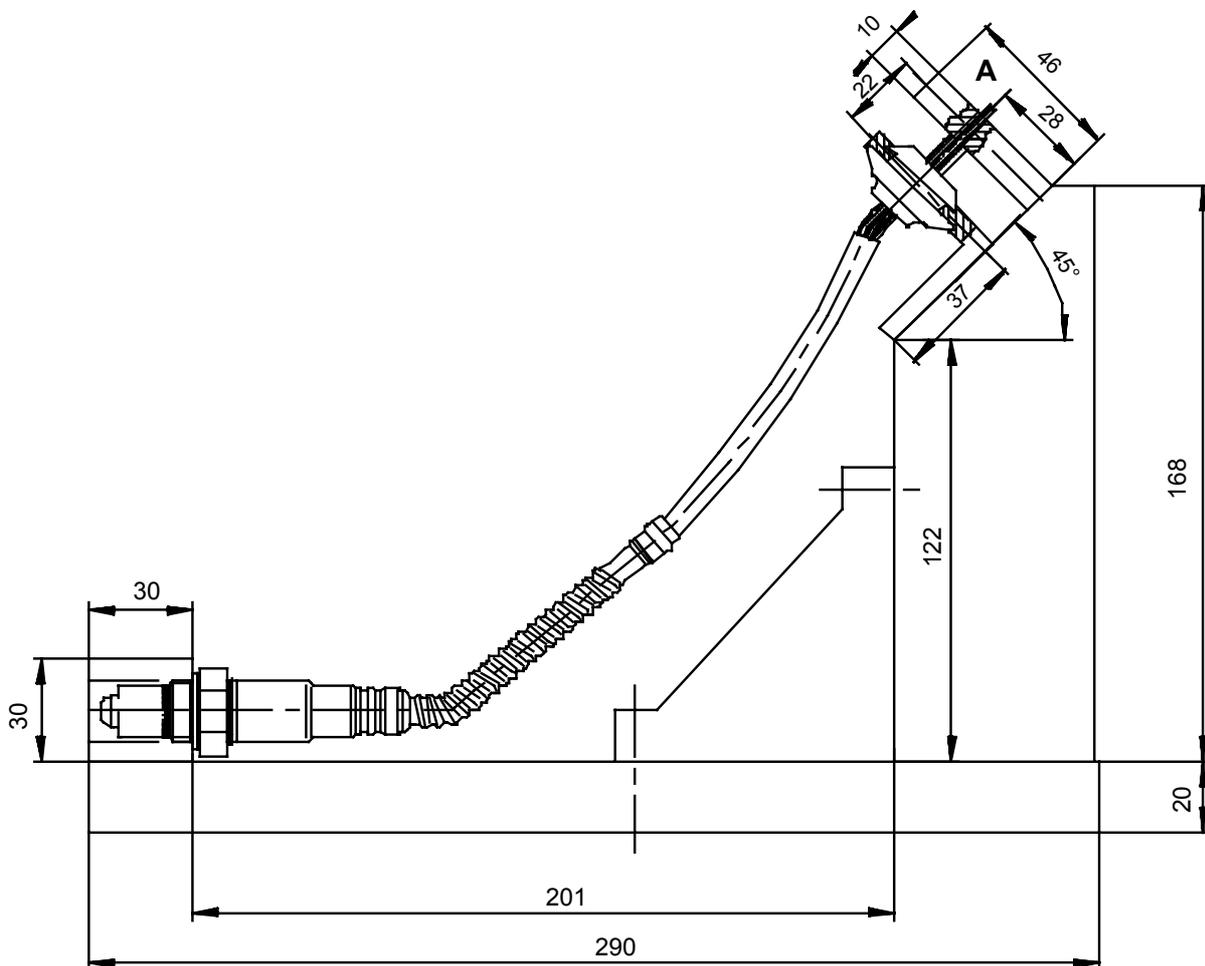


5.2 Sinusschüttelprüfung nach IEC 68-2-6 Test Fc

Prüfeinrichtung: elektrodynamischer Schwingtisch.
 Prüfung zwischen 50...160 Hz mit konstantem Schwingweg $\pm 0,3$ mm
 zwischen 160...500 Hz mit konstanter Beschleunigung von ± 300 m/s².
 Frequenzänderungsgeschwindigkeit: 1 Okt./min
 Prüfdauer: je 8 h in in alle 3
 Sondenachsen
 Umgebungstemperatur: $25 \pm 3^\circ\text{C}$

Sondenbefestigung siehe Skizze: Um einen definierten Kabeldurchhang zu erreichen, wird das Kabelende zunächst mit 5 N gespannt, danach 10 mm in Sondenrichtung verschoben und in Punkt A fixiert.

Sondenbefestigung bei Schütteltest



5.3 Raumschüttelprüfung

Prüfeinrichtung:	Raumschüttelprüfstand nach BOSCH Norm N42AP411
Schwingbeschleunigung:	1000 m/s ² (peak Pegel)
Prüfdauer:	24 h
Sondenbefestigung:	wie in 5.2 angegeben
Umgebungstemperatur:	25 ± 3°C

**5.4 Feuchtwechsel Klimaprüfung (12+12 h Zyklus)
nach IEC 68-2-30, Test Db**

Anzahl der Zyklen:	21
max. Umgebungstemperatur:	40°C

Die Sondenheizung ist während der Prüfung ausgeschaltet.

5.5 Salznebelprüfung nach IEC 68-2-11 Test Ka

Prüfzeit:	288 h
-----------	-------

Die Sondenheizung ist 5 Minuten vor und während der Prüfung eingeschaltet. Um den Zutritt des Salznebels zum abgasbeaufschlagten Teil der Sonde zu verhindern, wird dieser während der Prüfung von einer Edelstahlhülse abgedichtet.

5.6 Temperaturwechselprüfung nach IEC 68-2-14 Test Na

Minimaltemperatur:	-40°C
Maximaltemperatur:	130°C
Verweildauer je Temperatur:	30 min
Anzahl der Temperaturzyklen:	250

Die Sondenheizung ist während der Prüfung ausgeschaltet.

**5.7 Industrieklimaprüfung nach DIN EN ISO 6988
(Korrosion in feuchter SO₂ Atmosphäre)**

Anzahl der Zyklen:	6 (24 h pro Zyklus)
--------------------	---------------------

Die Sondenheizung ist während der Prüfung ausgeschaltet. Um den Zutritt der Atmosphäre zum abgasbeaufschlagten Teil der Sonde zu verhindern, wird dieser während der Prüfung von einer Edelstahlhülse abgedichtet.

5.8 Tauchbadprüfung nach IEC 529 IPx7

Wasseroberfläche 150 mm über Sondenanschluss. Prüfdauer 30 min.
Die Steckerverbindungen müssen während der Prüfung außerhalb des Wassers liegen. Die Sonde wird während der Prüfung mit einer Betriebselektronik betrieben, das SONDENSIGNAL wird registriert. Während der Messzeit muss das Messsignal stabil bleiben.

5.9 Kabel Auszugsprüfung

Bei eingeschraubter Sonde wirkt am Anschlussstecker axial eine Kraft von 100 N über den Zeitraum von 1 min.

5.10 Benzindichtheitsprüfung (fuel-vapour-test)

Die zu prüfende Sonde wird abgasseitig in einer auf 43°C beheizten Prüfkammer mit Benzindampf beaufschlagt. Die Einwirkdauer beträgt 2 h. Danach wird die Sonde entnommen und mit 9V beheizt. Das Signal der $\lambda=1$ -Zelle der Sonde unter Umgebungsluft wird für eine Zeit t_{mess} aufgezeichnet.

Ein Fehler liegt vor, wenn das Magergas-Ausgangssignal der $\lambda=1$ -Zelle unterhalb -100mV sinkt.

t_{mess} : 120min

5.11 Prüfung der Beständigkeit gegen Siliziumverbindungen

Motorprüfstandslauf mit zusätzlichen Siliziumverbindungen im Kraftstoff. Die Sonden werden in die Abgasleitung eines $\lambda=1$ geregelten Ottomotors wie in 5.1 eingebaut (Betrieb mit Betriebselektronik), jedoch unter folgenden Bedingungen betrieben:

Abgastemperatur:	400°C
Testdauer:	6 h
Siliziumanteil im Kraftstoff:	0,12 ccm/l Oktamethylcyclotetrasiloxan
Gesamter Kraftstoffverbrauch während des Tests:	18 l

Beurteilung: Nach dem Test muss der Wert $\lambda_{\text{statisch}}$ gemäß Abschnitt 4.1 im Bereich 1,000 ... 1,022 liegen.

5.12 Feinleckprüfung

Die abgasseitige Gasdichtheit wird mit einem Luftdruck von 4 bar gemessen. Die zulässige Leckrate beträgt $\leq 0,1$ ml/min.

5.13 Falltest nach IEC 68-2-32 Test Ed Prozedur 1

Die Sonde wird aus einer Höhe von 1m einmal auf einen Betonboden fallen gelassen.

6. Serienbegleitende Prüfungen

Zur Überwachung der Fertigungsqualität werden folgende Prüfungen regelmäßig durchgeführt:

500 h Motordauerlauf gemäß Abschnitt 5.1
(Auswahlprüfung)

Tauchbadprüfung gemäß 5.8
(Auswahlprüfung)

Kabelauszugsprüfung gemäß 5.9
(Auswahlprüfung)

Funktionsdaten gemäß Abschnitt 4
(Losfreigabeprüfung)

Sondenfunktionsprüfung:
- Funktionsabgleich im synthetischen Magergas
- Funktionsprüfung im synthetischen Fettgas
(100% Prüfung)

Feinleckprüfung gemäß 5.12
(Auswahlprüfung)

Isolationswiderstand Heizer, Sondensignalkreis und Sondengehäuse gemäß 1.3
bei Normalklima
(100% Prüfung)

Isolationswiderstand zwischen Sondensignalkreis und Sondengehäuse im
Heißzustand gemäß 1.3
(Auswahlprüfung)



7. Bewertung von gealterten Teilen

7.1 Sonden aus allgemeinen Dauerläufen und aus dem Feld

Die Messung erfolgt gemäß den Messbedingungen in Abschnitt 4.

Messung im Fett- und Magerbereich im LSU-Prüfstand bei 20° Gastemperatur nach Prüfmethode Y 258 E00 005:

Messgas für $\lambda=1,7$: 8,29% O ₂ in N ₂ bei p=1013 hPa	
λ Anzeige bei $\lambda=1,7$: (*)	1,70 ± 0,15
Messgas für $\lambda=0,8$: 3,15% H ₂ , 3,15% CO ₂ , 4,05% CO in N ₂ bei p=1013 hPa	
λ Anzeige bei $\lambda=0,8$:	0,80 ± 0,04

Werden diese Werte eingehalten, kann von der Regelfähigkeit der Sonden im praktischen Einsatz ausgegangen werden. Da die Abgaswerte eines Fahrzeuges in starkem Ausmaß auch von den übrigen Komponenten des Systems (Motor, Katalysator, Einbaulage, Regelung) abhängen, lassen diese Werte keinen sicheren Rückschluss auf das Emissionsverhalten im Abgastest zu.

7.2 Sondenbetrieb mit verbleitem Kraftstoff

Abhängig vom Bleigehalt im Kraftstoff ist folgende Lebensdauer zu erwarten (vorläufige Angaben):

- bei 0,6 g Pb/l: 20 000 km
- bei 0,4 g Pb/l: 30 000 km
- bei 0,15 g Pb/l: 60 000 km

Wenn mit verbleitem Kraftstoff gefahren wird, wird im allgemeinen ein Austausch der Lambdasonde erst dann erfolgen, wenn sich Funktionsveränderungen bemerkbar machen, z.B. instabiler Leerlauf oder Fahrbarkeitsprobleme.

Die Systemdiagnosefunktionen sollten überprüft und an die reduzierten Anforderungen an die Sonde und die erhöhten Ansprechzeiten bei Betrieb mit verbleitem Kraftstoff angepasst werden.

7.3 Allgemeine Funktionsprüfung

Folgende Funktionstests können zur Grob-Überprüfung der Sonde durchgeführt werden (Betrieb mit Betriebselektronik):

Plausibilitätsprüfung im fetten Abgas:

- Sondensignal: Anzeige fett

Plausibilitätsprüfung an Luft:

- Sondensignal: Anzeige Luftsignal

Heizerkaltwiderstand bei Raumtemperatur:

- Widerstandsmessung mit Multimeter (Sonde darf nicht an Elektronik angeschlossen sein) zwischen grauem und weißem Kabel (Steckerbelegungen siehe Angebotszeichnung): $R_{H,kalt} = 2,5 \dots < 10 \Omega$

Visuelle Überprüfung auf mechanische Beschädigung

Falls bei obigen Prüfungen ein Fehler auftritt, sollte die Sonde in einen anderen Prüfstand oder ein anderes Fahrzeug eingebaut und nochmals überprüft werden. Ziel: Ausschluss eines Fehlers an Kabelbaum oder Steuergerät bzw. Betriebselektronik.

8. Konstruktionsvarianten

Folgende Varianten sind möglich:

8.1 Schutzrohr

Sondentyp mit Schutzrohr „d1“ mit größerem Öffnungsquerschnitt.
Sondentyp mit Schutzrohr „d2“ mit verringertem Öffnungsquerschnitt.
Sondentyp mit Schutzrohr „d4“ mit verringertem Öffnungsquerschnitt.
Sonden mit d2 und d4-Schutzrohr können bei hohen Feststoffgehalten im Abgas verwendet werden. Dieser Schutzrohrtyp gibt außerdem eine erhöhte Sicherheit gegen abgasseitiges Kondenswasser (Thermoschockgefahr).

8.2 Formschlauch

Langer Formschlauch am Kabelausgang, für Einbaulagen mit kritischen Temperaturverhältnissen in Sondennähe.
Verkürzter Formschlauch am Kabelausgang.
Anmerkung: die Temperaturbelastbarkeit beider Typen an den definierten Messpunkten ist gleich.

9. Einbauhinweise

Generell muss die Einbauposition der Sonde vom Kunden durch ausreichende Erprobung hinsichtlich Funktion und Dauerbetrieb in der jeweiligen Anwendung abgesichert werden.

- 9.1** Einbau in Abgasleitungen an einer Stelle, die eine repräsentative Abgaszusammensetzung bei Einhaltung der vorgeschriebenen Temperaturgrenzen aufweist.
- 9.2** Die Sondenheizung muss generell leistungsgesteuert eingeschaltet werden, z.B. durch getaktete Heizerspannung.
In der Aufheizphase beim Start wird die Sonde mit reduzierter Heizleistung gemäß Diagramm in Abschnitt 1.4 betrieben, um die thermische Belastung des keramischen Sensorelementes durch die hohe Einschaltleistung in den ersten Sekunden zu reduzieren.
- 9.3** Die aktive Sondenkeramik wird bei Einschaltung der Sondenheizung rasch erwärmt. Durch die Festlegung des Sondeneinbauortes muss deshalb eine abgasseitige Beaufschlagung mit Kondenswasser minimiert werden, um Keramikbrüche zu vermeiden.

Konstruktive Maßnahmen:

- Sondeneinbauort möglichst motornahe festlegen unter Beachtung der zulässigen Maximaltemperaturen
- Rasche Aufheizung der Auspuffrohre im Bereich vor dem Sondeneinbauort anstreben
- Möglichst abfallender Verlauf der Auspuffrohre zur Vermeidung von Kondenswasserkonzentration vor dem Sondeneinbauort (keine Vertiefungen, Vorsprünge, Abrisskanten, Flexrohre etc.)
- Es sollte sichergestellt sein, dass die Abgasöffnung des Doppelschutzrohres nicht gegen den Abgasstrom zeigt.

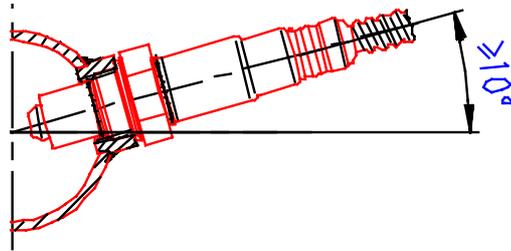
Systemseitige Maßnahmen:

- Generell Sondenheizung bzw. Betriebselektronik nicht vor Motorstart einschalten
- Motor- und Umgebungstemperaturabhängig verzögerte Einschaltung der Sondenheizung oder leistungsreduziertes Heizen

Weiter Informationen in der Beschreibung der Testmethode Y 258 E00 003.

- 9.4 Es ist zu empfehlen, die Einbauwinkellage mindestens 10° gegenüber der Horizontalen zu wählen (Kabelaustritt nach oben). Damit wird verhindert, dass sich Flüssigkeit zwischen Sondengehäuse und Sensorelement sammelt.

Andere Winkellagen sind gegebenenfalls gesondert zu bewerten.



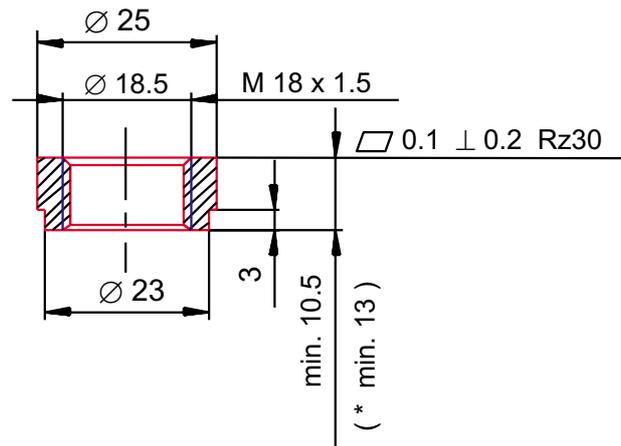
- 9.5 Unzulässige Erhitzung der sondenseitigen Kabeldurchführung besonders nach Abstellen des heißen Motors nach Vollastbetrieb vermeiden.
- 9.6 Die Verwendung von reinigenden/fettenden Flüssigkeiten oder verdunstenden Feststoffen an der Sondensteckverbindung ist unzulässig.
- 9.7 Montage mit Spezialfett am Einschraubgewinde (z. B. Bosch Nr. 5 964 080 112 für die 120 g Dose).
- 9.8 Anzugsmoment: 40-60 Nm, Materialeigenschaften und Festigkeit des Gewindes müssen entsprechend ausgelegt sein.
- 9.9 Empfohlenes Material für das Gegengewinde im Auspuffrohr:

Temperaturbeständiger rostfreier Stahl, z.B.

X 5 CrNi 18 10 DIN 17440 1.4301 oder 1.4303, SAE 30304 oder SAE 30305 (US Standard).

Abmessungen des Gegengewindes wie skizziert, es ist zu beachten, dass das Sondengewinde nicht in den Abgasstrom hereinragt.

(*) Bei heißen Einbaulagen ($T_{\text{Hexagon}} > 500^{\circ}\text{C}$) sollte ein längeres Gegengewinde (min. 13mm) gewählt werden, um die Schweißung des Schutzrohres vor Überhitzung zu schützen und den Sondensechskant zusätzlich zu kühlen.



- 9.10 Sonde muss bei Behandlung des Fahrzeugs mit Unterbodenschutz (Wachs, Teer und dergleichen) oder Sprühöl abgedeckt werden.

- 9.11** Der Einfluss von Verunreinigungen, welche über die Ansaugluft oder durch Kraftstoffe, Öle, Dichtungsmaterialien usw. ins Abgas und zur λ -Sonde gelangen und zu einer Sondenschädigung führen könnten, ist anwendungsspezifisch, d. h. durch kundenseitige Erprobung abzusichern.
- 9.12** Die Sonde darf keinen starken, mechanischen Schlägen ausgesetzt werden (z.B. während des Einbaus). Es können sonst Schäden am Sensorelement auftreten, die von außen nicht sichtbar sind.
- 9.13** Die Sonde benötigt zur Funktion Umgebungsluft als Referenzgas im Sondeninneren. Da sie ihre Referenzluft überwiegend durch die Anschlusskabel zugeführt bekommt, muss eine ausreichende Luftdurchlässigkeit des fahrzeugseitigen Anschlusskabels und -steckers sichergestellt werden. Die Luftdurchlässigkeit sollte einen Wert von 1,0 ml/min bei einem Prüfdruck von 100 mbar nicht unterschreiten.
Das derzeitige LSU-Stecksystem hat bei Bedarf eine integrierte Luftdruckausgleichsöffnung mit luftdurchlässiger Membrane, welche eine ausreichende Belüftung garantiert. Diese Ausgleichsöffnung ist vor Verschmutzung zu schützen (Wachs, Konservierungsmittel, Öl etc).
- 9.14** Bei einem Unterflureinbau der Sonde sind zusätzlich die folgenden Punkte zu überprüfen:
- Sondeneinbaulage bezüglich Steinschlaggefährdung
 - Kabel und Steckerpositionierung im Hinblick auf mechanische Beschädigung und thermischer Beanspruchung.
- 9.15** Der PTFE Formschlauch an Kabelausgang ist Teil des Referenzluftvolumens der Sonde und darf nicht beschädigt oder undicht werden. Beim Einbau muss ein minimaler Biegeradius von 20mm (langer Formschlauch) bzw. 12mm (kurzer Formschlauch) eingehalten werden. Der PTFE Formschlauch sollte keine scharfen Kanten berühren und nicht am Fahrzeugchassis scheuern.
Der erste Befestigungspunkt des Sondenkabels sollte etwa 200mm bis 400mm nach Ende des Formschlauches liegen, abhängig von der möglichen Bewegung des Auspuffsystems.
- 9.16** Die Sonde sollte nicht dauernder, einseitiger Beaufschlagung durch Wasser ausgesetzt sein (z.B. Kondenswasserablauf der Klimaanlage), da die ungleichmäßige thermische Belastung zu einer mechanischer Beschädigung führen kann.

10. Allgemeine Betriebshinweise

10.1 Bedingungen für Anschluss und elektrischen Betrieb der Sonden

Es muss sichergestellt sein, dass beim Betrieb mit der Betriebselektronik bzw. Fahrzeugsteuergerät die Sonde zuverlässig kontaktiert ist, bzw. die Elektronik eine fehlerhafte Kontaktierung erkennt.

Es ist ebenso unzulässig, den Sondenstecker zu öffnen bzw. zu stecken, während die Sonde elektrisch betrieben wird.

Hintergrund: Bei Fehlen des Signals der $\lambda=1$ Messzelle (z.B. durch Kontaktfehler) ist ein korrekter Betrieb des internen Regelkreises der Elektronik nicht gewährleistet, sodass

- eine unzulässig hohe Pumpspannung mit unzulässiger Polarität an der Pumpzelle anliegen kann, was zu einer Zerstörung der Sonde führt;
- das Sensorelement durch Überhitzung zerstört werden kann, da kein Abregeln der Heizleistung nach Erreichen der Betriebstemperatur erfolgt.

Die Betriebselektronik darf erst nach vollständiger Kontaktierung der Sonde in Betrieb genommen werden.

Die Anschlusskabel dürfen nicht verpolt werden, die Steckerbelegung ist zu beachten. Bei fehlerhafter Beschaltung kann die Sonde zerstört werden.

10.2 Betrieb ohne Betriebselektronik

Die Sonde kann kurzzeitig im Abgasstrom verbleiben, auch wenn sie nicht elektrisch angeschlossen ist. Wiederanschluss nur bei ausgeschalteter Betriebselektronik.

10.3 Betrieb außerhalb der Abgasanlage

Die Sonde kann auch außerhalb der Abgasanlage, z.B. an Luft, betrieben werden.

Bei Betrieb der Sonde im stoichiometrischen ($\lambda = 1$) oder fetten ($\lambda < 1$) Messgas (z.B. Prüfstand) muss sichergestellt sein, dass für den Pumpbetrieb genügend O_2 Spender im Messgas vorhanden sind, um eine Reduktion der ZrO_2 - Keramik zu vermeiden. Dies kann freier Sauerstoff (Messgas nicht im Gleichgewicht), H_2O oder CO_2 sein.

Richtwerte:	$H_2O:$	$\geq 2 \text{ vol } \%$
	$CO_2:$	$\geq 2 \text{ vol } \%$

10.4 Elektrische Beheizung der Sonde

Die Sondenheizung darf nicht direkt mit Bordnetzspannung betrieben werden, sondern nur geregelt über die Betriebselektronik bzw. das Fahrzeugsteuergerät. Eine Beheizung der Sonde vor Motorstart ist nicht zulässig, siehe Punkt 9.3.

10.5 Verhalten bei niedrigen bzw. hohen Abgastemperaturen

Kaltes Abgas in Verbindung mit hoher Strömungsgeschwindigkeit kann dazu führen, dass die Betriebstemperatur der Sensorzelle nicht mehr gehalten werden kann, was zu Abweichungen des Messwertes führt.

Heißes Abgas mit Temperaturen oberhalb der eingeregelter Keramiktemperatur führt ebenfalls zur Veränderung der Sensorelementtemperatur und somit zu erhöhten Abweichungen des Messwertes.

Richtwert: Eine Temperaturänderung des Sensors führt zu einer Signaländerung $\Delta I_p / I_p$ von ca. 6%..7% / 100K.

10.6 Druckabhängigkeit des Messwertes

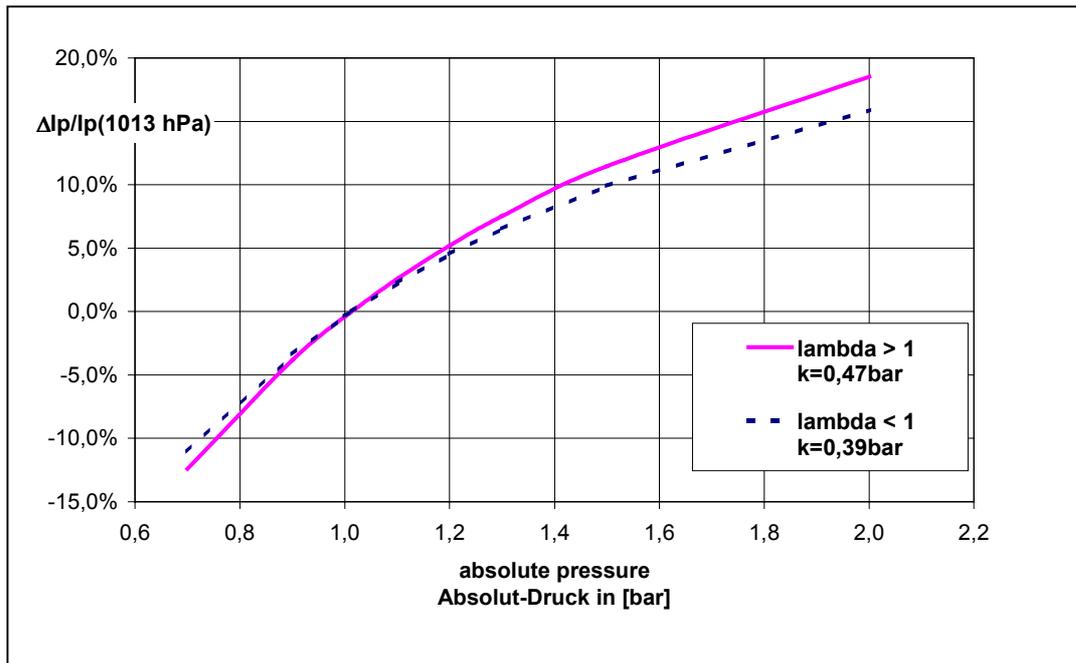
Eine Druckänderung des Messgases führt zu einer Signaländerung, die sich berechnet nach:

$$I_p(p) = I_p(p_0) * p / (k+p) * (k+p_0) / p_0$$

Der Faktor k ist abhängig von der Betriebsart „mager“ oder „fett“ und beträgt für die Messgase im LSU Prüfstand aus Abschnitt 4.2:

$$k_{\text{Magergas}} = 0,47 \text{ bar}$$

$$k_{\text{Fettgas}} = 0,39 \text{ bar}$$



10.7 Hinweis zur Berechnung des Sensorsignals I_p bei Verwendung einer Betriebselektronik AWS oder CJ110:

Ausgangsspannung AWS : $U_{\text{AWS}} \text{ [V]} = 2,5 + 1,648 * I_p \text{ [mA]}$

Ausgangsspannung CJ110 : $U_{\text{CJ110}} \text{ [V]} = 1,5 + 1,053 * I_p \text{ [mA]}$