Sensoren in Wagen Škoda

Triebwerk



Selbststudienprogramm

Einleitung

Neue Trends in der Automobilindustrie erfordern neue modernere Technologien mit hoher Zuverlässigkeit, geringen Produktionskosten, Miniaturisierungen, eine hohe Präzision bei minimaler Verzögerung. Die an die Kraftwagen gestellten und ständig steigenden Anforderungen sind eng mit der dynamischen Entwicklung der Elektronik und fortgeschrittener Technologien verknüpft.
Es kommen neue Steuer- und Regelfunktionen nicht nur für die Steuerung des Motors und des Fahrgestells, sondern auch unter dem Aspekt der Sicherheit und des Komforts der Insassen hinzu.
Im Zusammenhang hiermit entstehen neue elektronische, als Geber bezeichnete Elemente, die physikalische Größen skalaren und Vektortyps abtasten. Das Haupterfordernis ist hierbei, dass die Signale dieser Geber bzw. Sensoren binnen kürzester Zeit ausgewertet und verarbeitet werden. Der Wagen ist so in der Lage, in Echtzeit auf äußere Einflüsse zu reagieren oder Krisensituationen zu lösen.
Dieses Heft bietet dem Benutzer sowohl eine *theoretische Information*, wo die gemessenen Größen, ihre Messprinzipien beschrieben sind, als auch praktische Informationen. Es kann somit leicht eine vollständige Übersicht der in einem bestimmten Aggregat verwendeten Geber und gleichzeitig auch bei der Typenserie der Wagen erstellt werden. Oder es kann im Gegensatz hierzu anhand des Codes des jeweiligen Gebers festgestellt werden, in welchem Aggregat, ggf. Wagentyp er verwendet wird.

Inhalt

Einleitung 2

Sensoren der Wagen 5

Begriff, Definition, Verwendung der Kraftwagen 5
Klassifikation 5
Hauptanforderungen, Trends 5

Positionsgeber (Weg, Winkel) 6

Gemessene Größen, Messprinzipien 6
Geber für Drosselklappensteller 14
Regelschieberweggeber HDK 15
Geber für Kraftstoffvorratsanzeige 16
Gaspedalstellungsgeber 17

Drehzahl- und Geschwindigkeitsmesser 18

Gemessene Größen, Messprinzipien 18
Induktiver Motordrehzahlgeber 22
Drehzahlgeber und inkrementelle Drehwinkelgeber DWS 23
Hall-Phasengeber 24
Getriebedrehzahlgeber RSS 25
Nadelhubgeber 26
Induktiver Geber für Transistorzündung 27
Hallgeber für Transistorzündung 28

Vibrationssensoren 29

Gemessene Größen, Messprinzipien 29
Elektrische Signalauswertung 31
Piezoelektrische Klopfsensoren 32

Druckgeber 33

Gemessene Größen, Messprinzipien 33
Dickschicht-Drucksensoren 34
Mikromechanische Drucksensoren 35
Hochdruckgeber 38

Strömungsmesser 39

Gemessene Größen, Messprinzipien 39
Hitzdraht-Luftmassenmesser HLM 40
Heißfilm-Luftmassenmesser HFM2 41
Heißfilm-Luftmassenmesser HFM5 42

Inhalt

Gassensoren, Konzentrationsmesser **44**

Gemessene Größen, Messprinzipien **44**
Sensoren für Luftgüte **45**
Sprung-Lambdasonde **46**
Planare Lambdasonden **47**

Temperaturgeber **51**

Gemessene Größen, Messprinzipien **51**

Datenverarbeitung, Diagnostik 53

Bordcomputer, Steuergerät **53**
Diagnostische Geräte **53**

Übersichtstabellen **54**

Motorausstattung **54**
Übersicht der Sensoren – MOTOR **56**
Übersicht der Sensoren – GETRIEBE **58**

Die Anweisungen zur Montage und Demontage, zu Instandsetzungen, zur Diagnostik und detaillierte Benutzerinformationen finden Sie in den Werkstatthandbüchern, im diagnostischen Gerät VAS 505x und in der Bordliteratur.

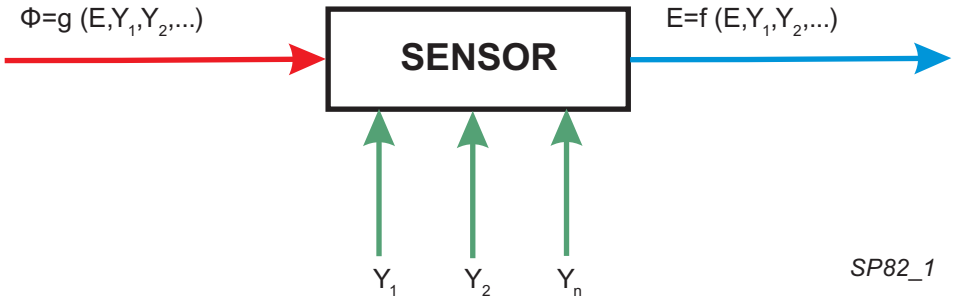
Der Redaktionsschluss erfolgte 12/2009.
Dieser Katalog wird nicht aktualisiert.



Begriff, Definition, Verwendung der Kraftwagen

Der Begriff „Geber“ ist ein Synonym der Begriffe Sensor oder Fühler. Die Geber übertragen eine physikalische oder chemische Größe ***Φ*** unter Berücksichtigung störender Größen $\boldsymbol{Y_i}$ in eine elektrische Größe ***E***. Als elektrische Größen werden hier Strom, Spannung, ihre Amplituden, Frequenz, Perioden, Phasen und Schwingungsimpuls-Dauer, „Widerstand“, „Kapazität“ und „Induktivität“ erachtet.

Ein Geber kann mittels folgender mathematischer Gleichungen charakterisiert werden:



Sensoren und Aktoren (Stellglieder) bilden die Schnittstelle zwischen dem Wagen und dem digitalen Steuergerät, das die Verarbeitung durchführt. Mit Stellgliedern (Aktoren) sind z.B. Relais oder Ventile gemeint. Das durch den Geber gesendete Signal wird in der Regel mittels der Schaltkreise in einen Standard umgewandelt, den das entsprechende Steuergerät verarbeiten kann.

Klassifikation

Im Hinblick auf die **Aufgabe** und Verwendung werden die Geber wir folgt gegliedert:

- Funktionsgeber, Steuer- und Regelgeber
- Sicherheits- und Sicherungsgeber
- Geber für den Bordcomputer des Wagens

Ferner können die Geber nach der **Charakteristik** unterteilt werden:

- stetig linear
- stetig nichtlinear
- unstetig zweistufig (Sprungsensoren)

Ein weiteres Unterteilungskriterium ist das **Ausgangssignal**:

- stetig analog (Strom, Spannung, …)
- unstetig zwei- und mehrfach gestufter Sprungsensor (binär, analog, digital codiert)

Hauptanforderungen, Trends

Anforderungen	Maßnahmen
hohe Zuverlässigkeit	robuste bewährte Technik
niedrige Herstellungskosten	rationelle Massenproduktion
Betriebsbedingungen	widerstandsfähige Verkapslung
geringe Abmessung	Technologie der Miniaturisierung
hohe Genauigkeit	Kompensation der Fehler im Sensor

Positionsgeber (Weg/Winkel)

Gemessene Größen, Messprinzipien

Je nach dem Prinzip des Abtastens kann diese Geberkategorie in Kontaktgeber und kontaktlose Geber unterteilt werden, die keinem Verschleiß unterliegen. Sie sind daher zuverlässiger und haben eine längere Lebensdauer. Ein Nachteil ist ihr Preis.
Winkelgeber werden auch als „inkrementelle Geber“ (schrittweise Geber) bezeichnet. Bei diesen Systemen geht die Angabe der absoluten Position beim Ausschalten der Versorgungsspannung verloren.

Gemessene Größe	Bereich
Position der Drosselklappe im Benzinmotor	0 - 90°
Stellung des Gaspedals / der Bremse	0 - 30°
Weg und Position des Regelstabs in der Pumpe	0 - 21 mm
Drehwinkel des Mengenreglers in der Pumpe	0 - 60°
Pegelstand im Kraftstofftank	5 - 20 mm
- Hub des Kupplungsstellers	0 - 50 mm
Torsionswinkel (Torsionsmoment)	1° - 4°

Potenziometrische Sensoren

Die grundlegenden Konstruktionselemente eines Potenziometers sind der Läufer und die Widerstandsbahn, die entweder aus einer Drahtwicklung oder einer leitenden Kohlenstoffschicht besteht.

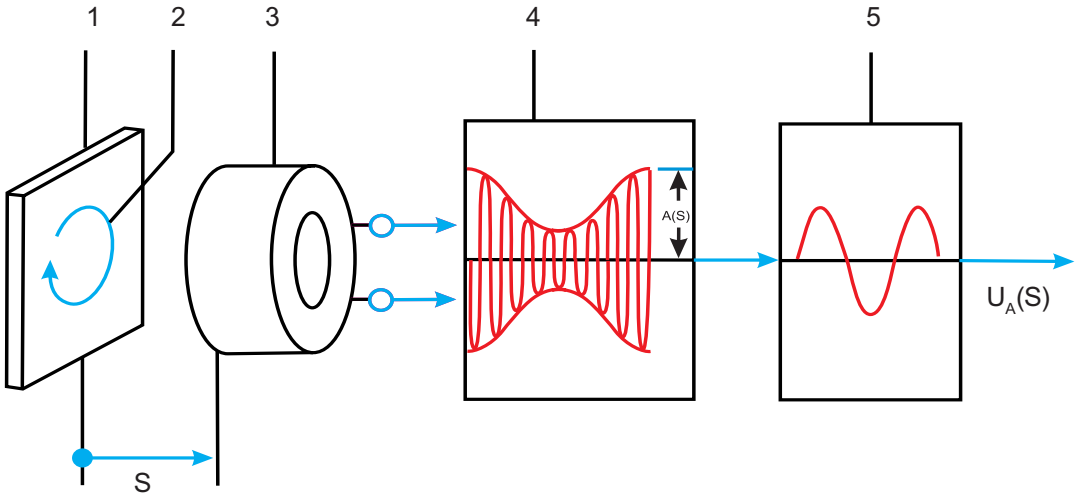
Vorteile:
- einfache Konstruktion
- Messbereich (Messhub = Versorgungspannung)
- keine Elektronik erforderlich
- Widerstandsfähigkeit gegenüber Störspannungen

Nachteile:
- mechanischer Verschleiß und nachfolgende Fehler
- Probleme in flüssigem Medium
- veränderlicher Widerstand zwischen dem Läufer und der Bahn
- Anheben des Läufers bei Vibrationen
- Geräusch
- begrenzte Miniaturisierung

Verwendung:
- Drehwinkelgeber der Drosselklappe (M-Motronic)
- Gaspedalstellungsgeber, Gaspedalmodul
- Geber für Kraftstoffvorratsanzeige

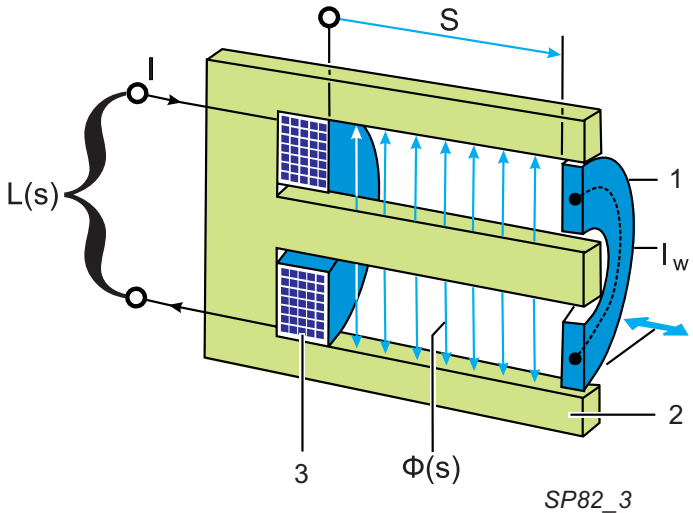
Magnetische induktive Sensoren

Nähert sich eine elektrisch leitende Platte (Al, Cu) einer Spule, durch die ein Wechselstrom fließt, ändert sich sowohl ihr aktiver Widerstand, als auch die Induktivität. Die Ursache sind Wirbelströme, die in der Platte entstehen. Hier sprechen wir von *Wirbelströme nutzenden Sensoren*. Ein weiteres Prinzip sind *Sensoren mit einem Kurzschlussring*, die einen gewöhnlich aus Blechen bestehenden magnetisch weichen Kern haben. Das bewegliche Teil ist hier in Form des Ringes (Alu, Cu).



SP82_2

1	Dämpfungsplatte	5	Demodulator
2	Wirbelströme	s	Gemessener Weg
3	Luftspule	A(s)	Spannung des Oszillators
4	Oszillator mit veränderlicher Dämpfung	U_A(s)	Ausgangsspannung



SP82_3

1	Kurzschlussring	I_W	Wirbelstrom
2	Magnetisch weicher Kern	L(s)	Induktivität bei gemessenem Weg S
3	Spule	Φ(s)	Magnetfluss bei spezifischem Weg S
•	Strom		

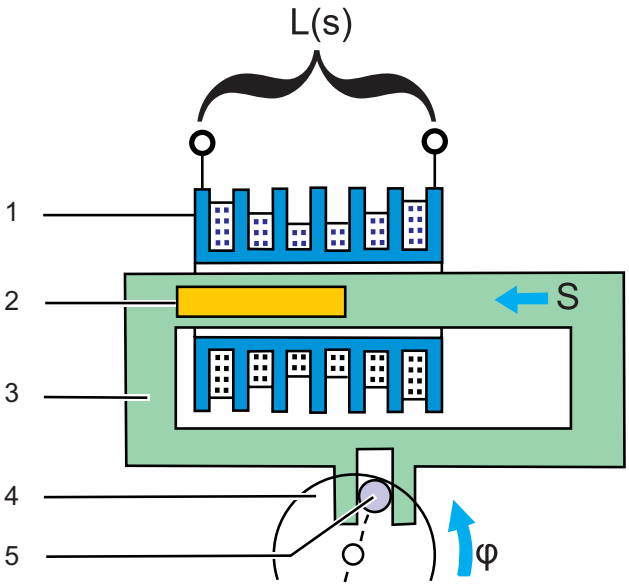
Vorteile:
- linearer Verlauf über die gesamte Länge
- Messbereich (Messhub = Versorgungspannung)
- Verwendbarkeit unter wirklich extremen Bedingungen

Nachteile:
- robuste Ausführung
- Unempfindlichkeit gegen Störungen

Verwendung:
- Geber der Regelbahn für Serienpumpen (eingebauter Belastungssensor, Sensor EDC)
- Winkelgeber für die Rotationseinspritzpumpe

Positionsgeber (Weg/Winkel)

Der letzte Vertreter der magnetischen induktiven Geber ist der *Geber mit Tauchanker,* dessen Prinzip auf der Änderung der Induktivität der Spule mittels eines beweglichen Kerns beruht. Dieser wird aus Volleisen (Draht), Walzblech oder Ferrit hergestellt.



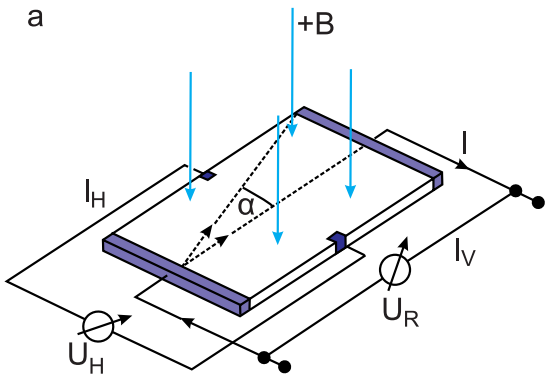
1	Mehrkammerspule
2	Ferritkern
3	Kunststoffpressteil mit Führung der Kulisse
4	Drehachse mit Führungszapfen 5
L(s)	Induktivität bei gemessenem Weg S
φ	Gemessener Winkel

SP82_4

Verwendung:
- Winkelgeber für die Rotationseinspritzpumpe

Magnetostatische Sensoren

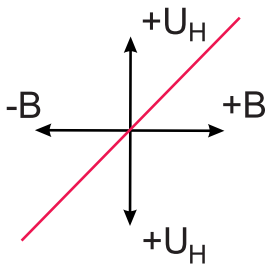
Tritt durch ein dünnes, von elektrischem Strom gespeistes Halbleiterplättchen lotrecht die magnetische Induktion ***B*** hindurch, kann quer zur Stromrichtung eine Hall-Spannung $\boldsymbol{U_H}$ gemessen werden, die zur Größe des Magnetfeldes direkt proportional ist. Diese Erscheinung wird *Hall-Effekt* genannt. Gleichzeitig erhöht sich jedoch auch der Widerstand des Plättchens, was als *Gauss-Effekt – Magnetwiderstand* bezeichnet wird. Durch die Nutzung des Prinzips rotierender Ströme „Spinning Current“ entstand der *Hallgeber*, der die Nachteile der induktiven Geber eliminiert, wobei der Herstellungspreis darüber hinaus minimal ist.



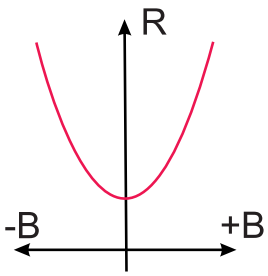
Schaltanordnung

B	Magnetische Induktion
●	Strom durch das Plättchen
I_H	Hall-Strom
I_V	Versorgungsstrom
U_R	Längsspannung
α	Auslenkung der Motoren durch das Magnetfeld

SP82_5

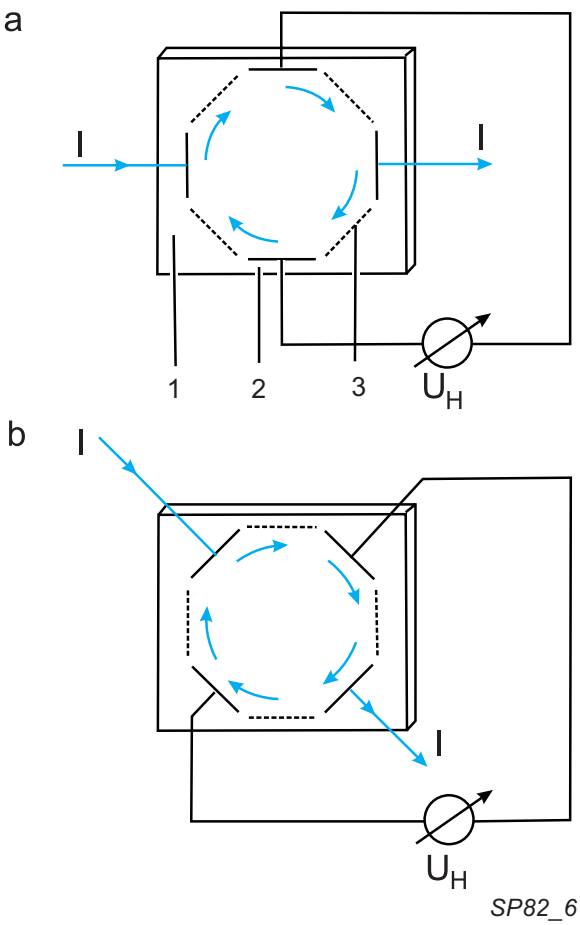


Verlauf der
Hallspannung U_H



SP82_5

Anstieg
des Widerstandes R
des Plättchens
(Gauss-Effekt)



SP82_6

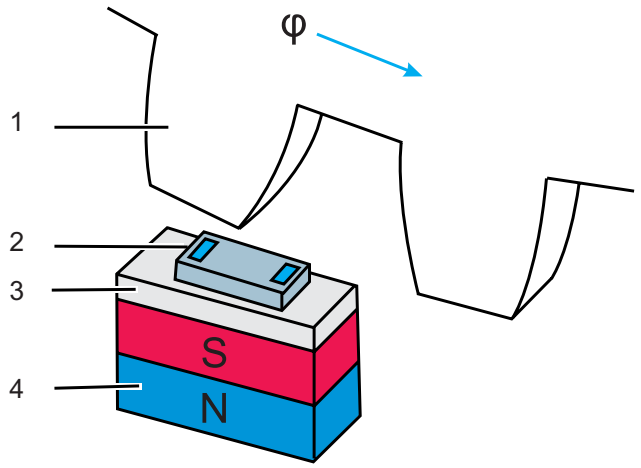
a Drehphase φ_1

b Drehphase $\varphi_2 = \varphi_1 + 45°$
1 Halbleiterplättchen
2 Aktive Elektrode
3 Passive Elektrode
● Versorgungsstrom
U_H Hallspannung

Positionsgeber (Weg/Winkel)

Differential-Hallgeber - „Gradientensensoren“

Ausführung, in der zwei Hallgeber nebeneinander auf einem Chip in gewissem Abstand angeordnet sind, wobei die Differenz beider Spannungen elektronisch ausgewertet wird. Abgetastet wird lediglich der „Gradient des Magnetfeldes“.



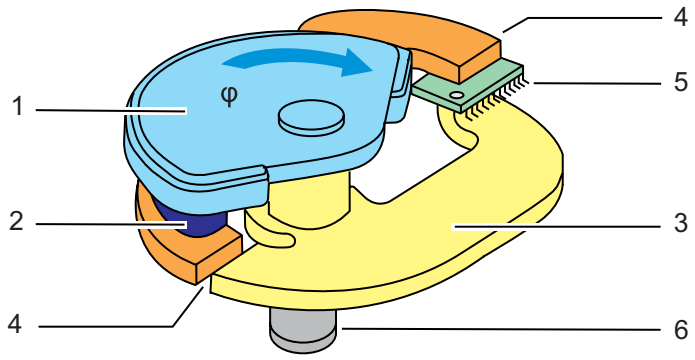
1 Zahnkranz
2 integrierter Differential-Hall-Schaltkreis
3 Homogenisierungsplättchen
4 Dauermagnet

SP82_7

Verwendung:
- Drehzahlmessung

Winkelgeber für den Bereich bis 180°

Er besteht aus der Magnetscheibe des Rotors, zwei festen Elementen für die Leitung des Magnetflusses und dem Hallgeber, der sich zwischen ihnen befindet. Der Magnetfluss ist vom Drehwinkel des Rotors abhängig.



1 Motorscheibe (dauermagnetisch)
2 Polaufsatz
3 Element zur Leitung des Magnetflusses
4 Luftlücke
5 Hallgeber
6 Achse (magnetisch weich)

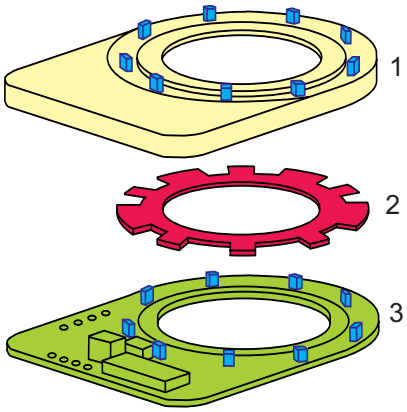
SP82_8

Nachteil:
- geringe Abschirmung gegenüber Fremdfeldern

Verwendung:
- Gaspedal

Winkelgeber für den Bereich über 180°

Er besteht aus einer festen Platte, die mit ***n*** Hallgebern bestückt ist und einem Deckel mit der entsprechenden Anzahl von Magneten. Zwischen ihnen befindet sich ein magnetischer Sensor, bei dessen Drehung ***n*** verschiedene Codewörter entstehen.



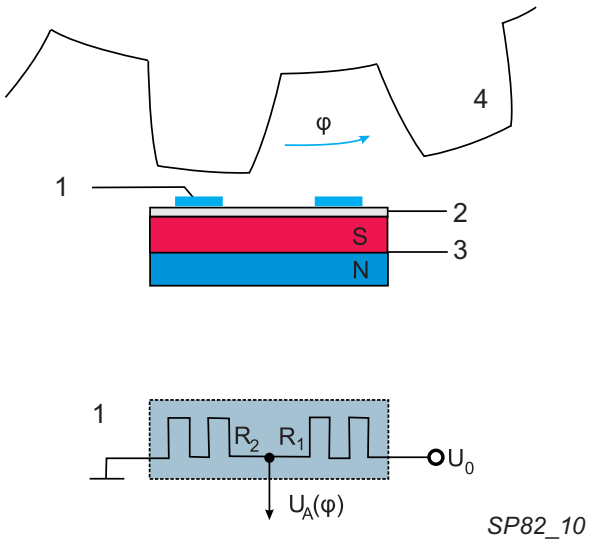
SP82_9

1 Gehäuse mit Dauermagneten
2 Kodierungsscheibe
3 Platine mit den Hallgebern

Verwendung:
- Drehzahlmessung
- Einschlagwinkel des Lenkrades

Magnetoresistive Differentialsensoren

Das Prinzip, auf welchem der Sensor beruht, beschreibt der Gauss-Effekt. Der Resistor ist aus einem InSb-Halbleiter hergestellt, von kurzer Form, sodass er einen sehr geringen Widerstand bildet. Um brauchbare Werte (in der Größenordnung von kΩ) zu erreichen, muss eine große Anzahl von Platten in Reihe geschaltet werden. Die Arbeitstemperatur beträgt fast 200 °C. Zur Abtastung des Weges oder des Winkels bewegt sich über dem Sensor ein kleines leitfähiges Element, das beide Widerstände des Sensors erregt.



SP82_10

1 Magnetwiderstand $R_{1,2}$
2 Magnetisch weiches Substrat
3 Dauermagnet
4 Zahnrad
U_A Versorgungsspannung
U_0 Ausgangsspannung

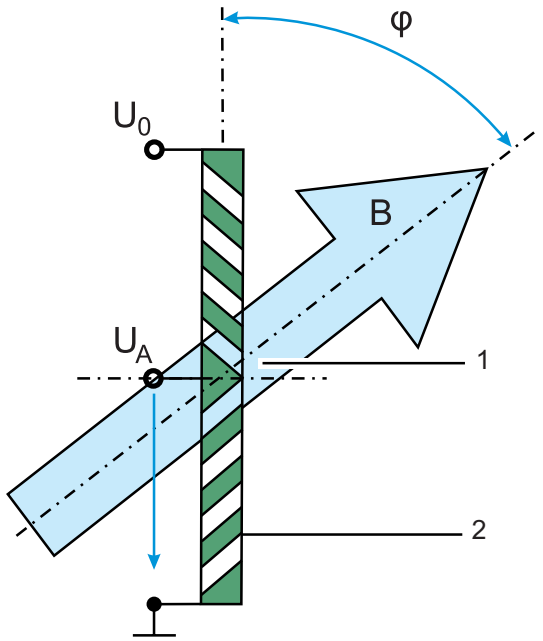
Vorteil:
- hohes Signalniveau
- keine Auswertungselektronik erforderlich
- sind immun gegenüber fremden Magnetfeldern

Verwendung:
- Drehzahlgeber

Positionsgeber (Weg/Winkel)

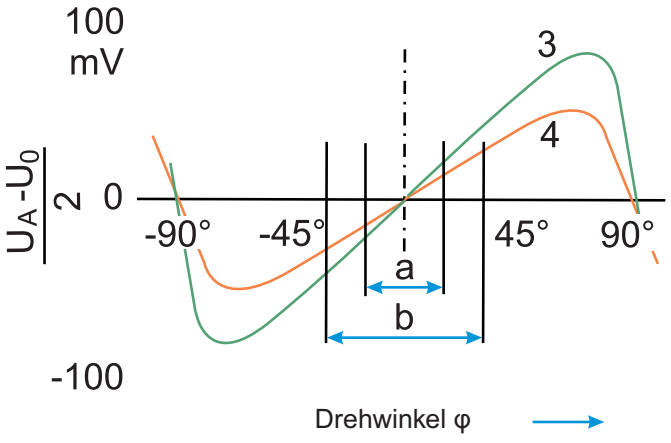
Magnetoresistive (NiFe) AMR Dünnschicht-Sensoren (**A**nizotrop **M**agneto **R**esistive)

Der elektrische Widerstand der dünnen Leiterschicht ist „anisotrop“, d.h. er ist in Richtung des Vektors der Magnetisierung höher. Zur Angabe dieser Richtung der Magnetisierung sind die Sensoren mit einem schwachen Magneten versehen. Durch die Drehung des Vektors entsteht der Kosinusverlauf des Widerstandes bzw. der Spannung. Das Steuermagnetfeld B wird durch den Drehmagneten über dem Sensor gebildet. Eine hohe Empfindlichkeit wird durch die Bildung einer „Brücke“ aus vier Resistoren AMR erreicht. Die verbleibende Genauigkeit wird durch das Schalten zweier Brücken in Reihe und durch die Drehung um 45° erreicht.



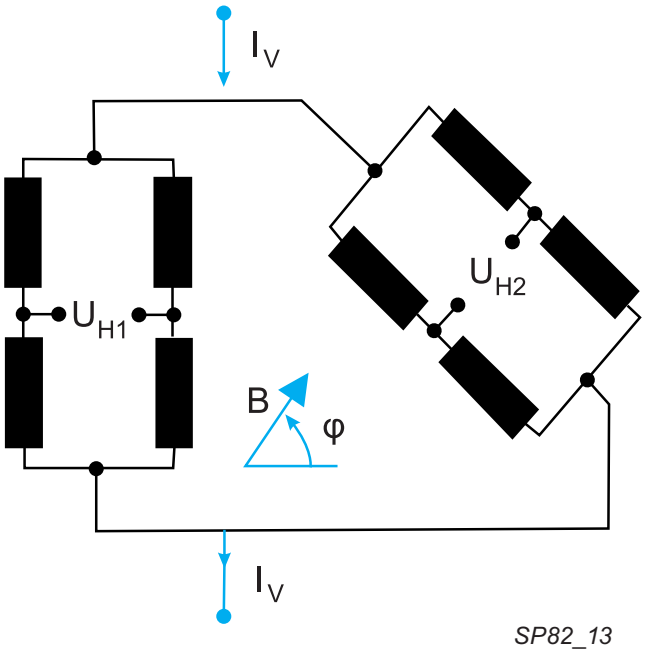
SP82_11

a Messprinzip
1 Permalloy-Widerstände
2 Drehbarer Dauermagnet mit Steuerinduktion B



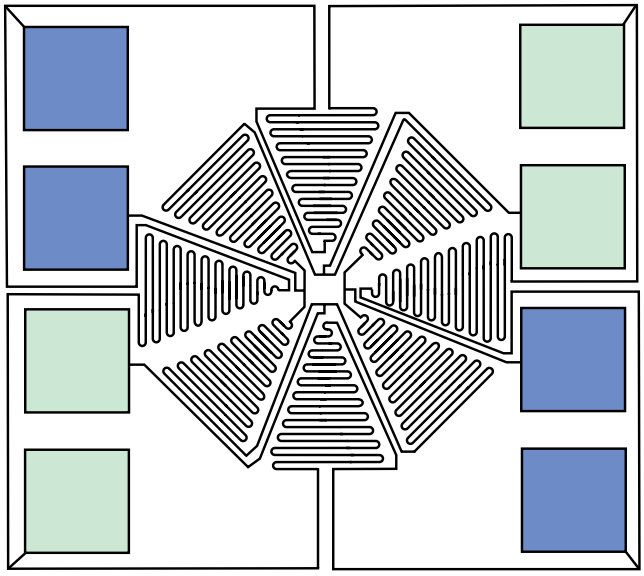
SP82_12

b Charakteristik
3 Niedrige Betriebstemperatur
4 Höhere Betriebstemperatur
a Linearer Messbereich
b Nutzbarer Messbereich
U_A Ausgangsspannung
U_0 Versorgungsspannung (=5V)
φ Drehwinkel



SP82_13

Brückenschaltung
B Steuerinduktion
I_V Versorgungsstrom
$U_{H1,H2}$ Gemessene Spannungen
φ Drehwinkel



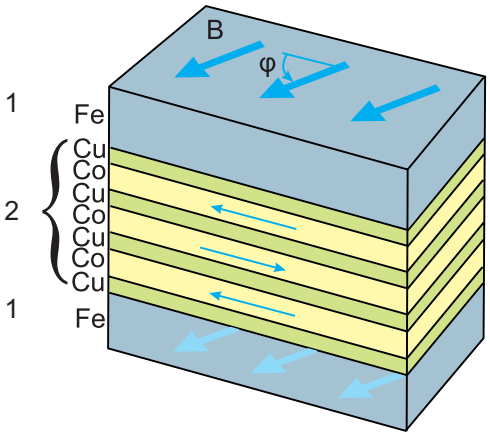
SP82_14

Ineinander integrierte Anordnung zweier Brücken, gedreht um 45°

Positionsgeber (Weg/Winkel)

Magnetoresistive mehrschichtige GMR-Sensoren (**G**iant **M**agneto **R**esistance)

Durch das Anlegen des Magnetfelds kommt es in Mehrfachschichten zu einer 50%igen Änderung des Widerstandes, der viel größer als bei den AMR-Sensoren ist.



SP82_15

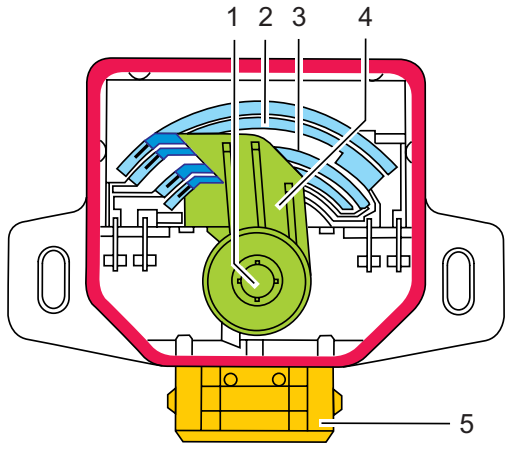
Vorteil:
- viel größerer Messeffekt
- eindeutige Bestimmung des Drehwinkels

1	Fe-Schichten
2	Dünne antiferromagnetische Schichten CuCo
B	Steuerinduktion
φ	Drehwinkel

Geber für Drosselklappensteller

Aufbau und Funktionsprinzip

Den festen Teil bilden zwei Widerstandsdrähte, über die zwei Läufer fahren, die so gemeinsam mit dem Schenkel das Rotationsglied bilden, das mit der Welle der Drosselklappe fest verbunden ist. Der Drehwinkel ist direkt proportional zum Verhältnis U_A/U_V, wo die Betriebsspannung U_V = 5V. Die Charakteristik des Gebers ist linear.



SP82_17

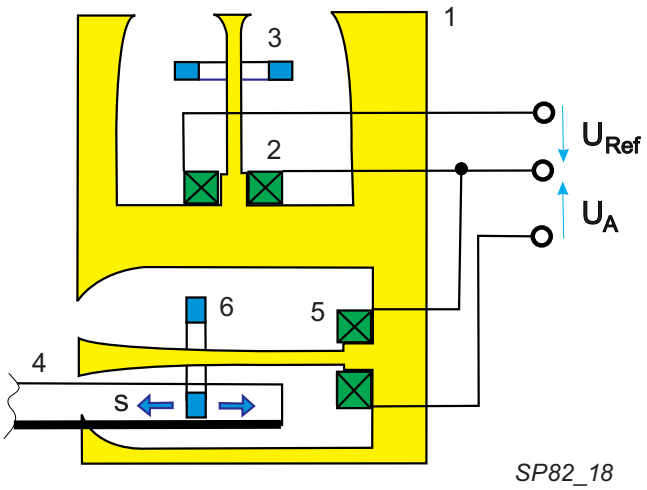
1	Drosselklappenwelle
2	Widerstandsweg 1
3	Widerstandsweg 2
4	Schenkel mit den Läufern
5	Elektrischer Anschluss (4 Pin)

Verwendung:
Der Geber für Drosselklappensteller tastet den Drehwinkel der Drosselklappe des Benzinmotors ab. Bei Motoren mit dem System ***M-Motronic*** wird als ergänzende Information die Funktion der Erkennung des Arbeitsbereiches, wie Leerlauf, Vollbelastung, Notregime, verwendet. Das System ME-Motronic stellt mittels dieses Gebers das erforderliche Drehmoment ein.

Regelschieberweggeber HDK

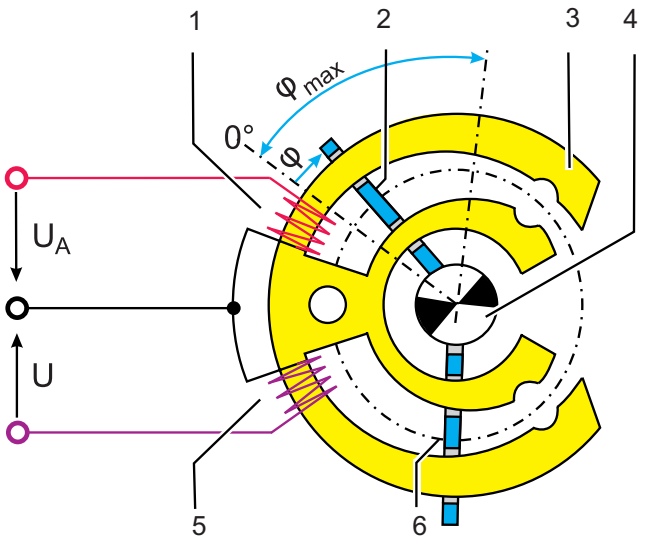
Aufbau und Funktionsprinzip

Die Geber haben einen aus magnetisch weichen Eisenblechen bestehenden Kern. An einem Ende befindet sich die Messspule und am anderen Ende die Referenzspule. Beim Durchgang des Wechselstroms durch die Spulen aus dem Steuergerät entstehen magnetische Wechselfelder. Der Referenzring ist unbeweglich, während der Messring am Regelstab oder an der Welle des Regelschiebers befestigt ist. Beim Verschieben des Messringes ändert sich der Magnetfluss und mit ihm die Spannung. Der Auswertungsschaltkreis bildet das Verhältnis der Eingangs- und der Referenzspannung U_A /U_{Ref}. Die Charakteristik des Gebers ist linear.



SP82_18

1	Magnetisch weicher Kern
2	Referenzspule
3	Referenzkurzschlussring
4	Regelstab
5	Messspule
6	Messkurzschlussring
s	Weg des Regelstabs



SP82_19

1	Messspule
2	Messkurzschlussring
3	Magnetisch weicher Kern
4	Welle des Regelschiebers
5	Referenzspule
6	Referenzkurzschlussring
φ_{max}	Bereich des Winkels der Verstellung der Welle des Regelschiebers
φ	Gemessener Winkel

Vorteil:
- sind sehr genau und robust
- unterliegen keinem Verschleiß

Verwendung:
- Positionsgeber des Reglers zum Abtasten der Position
- Winkelgeber im Kraftstoffmengenregler bei den Rotations-Einspritzpumpen.

Positionsgeber (Weg/Winkel)

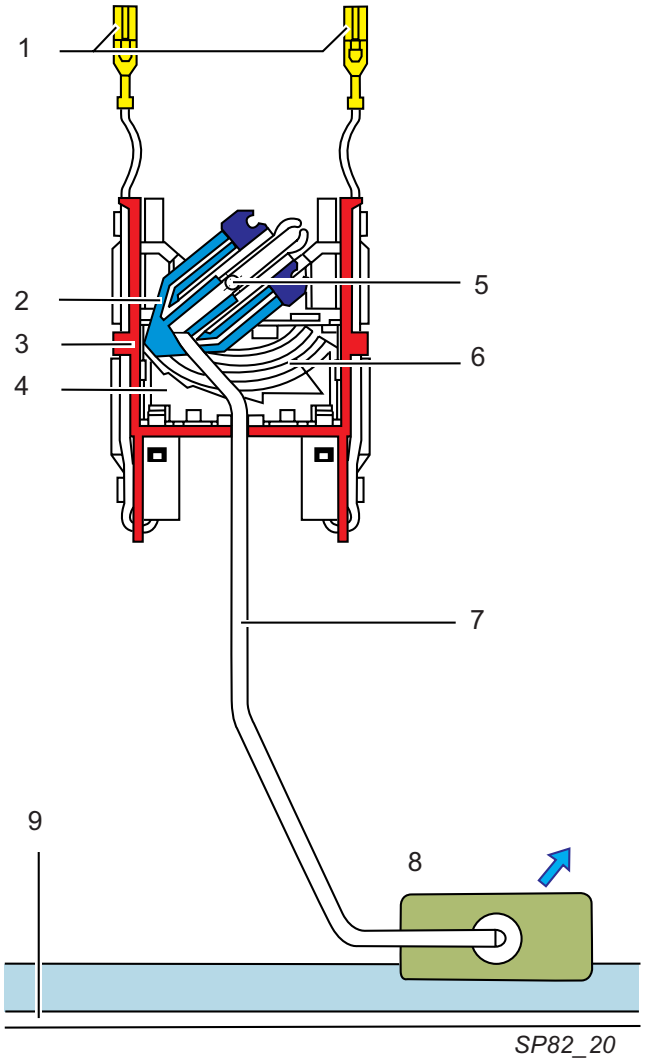
Geber für Kraftstoffvorratsanzeige

Aufbau

Der Geber besteht aus einem verkapselten Potenziometer, das gegen das Eindringen von Kraftstoff abgedichtet und als veränderlicher Widerstand geschaltet ist. Der feste Teil des Potenziometers hat zwei Widerstandsbahnen, Resistoren und Anschlüsse. Den drehbaren Teil bildet die Welle, die den Schenkel des Läufers mit dem Schwimmerhebel verbindet.

Funktionsprinzip

Die Feder des Läufers fährt bei sich änderndem Kraftstoffstand über die Widerstandsbahnen des Potenziometers. Hierdurch wird der Drehwinkel des Schwimmers auf das Spannungsverhältnis übertragen. Die Endanschläge definieren den Drehbereich von 100° für den minimalen und maximalen Pegel und verhindern gleichzeitig das Entstehen von Geräuschen am Ende der Bahn. Die Betriebsspannung ist 5-13V.



1 Elektrische Zuleitungen
2 Läuferfeder
3 Kontaktniet
4 Platte mit Widerständen
5 Welle des Potenziometers (gelagert)
6 Doppelkontakt
7 Hebel des Schwimmers
8 Schwimmer
9 Boden des Kraftstofftanks

Verwendung:
Die Aufgabe des Gebers für den Kraftstoffvorrat im Tank ist es, den aktuellen Stand zu verfolgen und das entsprechende Signal an das Steuergerät zu geben. Im Tank wird er als Einbaumodul gemeinsam mit der Kraftstoffpumpe, dem Filter usw. installiert. In dieser Ausführung wird er sowohl für Benzinmotoren, als auch für Dieselmotoren geliefert.

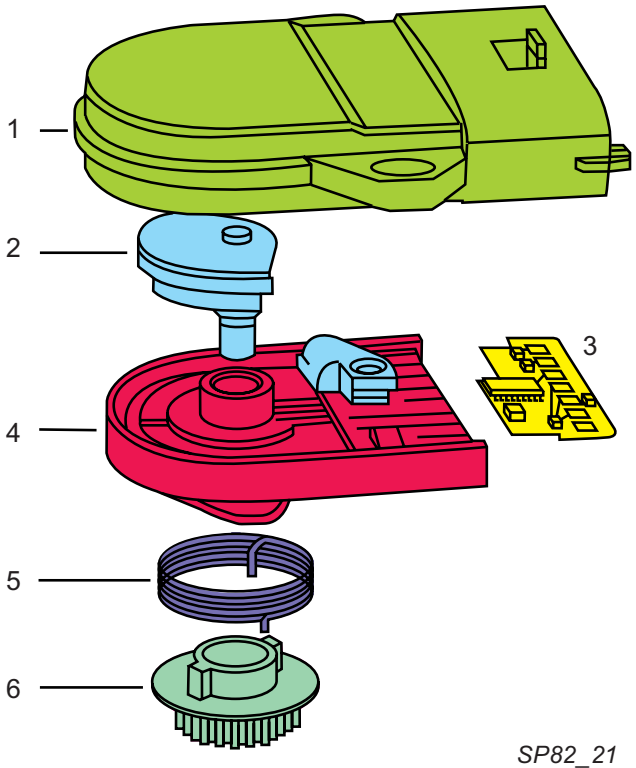
Gaspedalstellungsgeber

Aufbau und Funktionsprinzip

Potenziometrischer Gaspedalstellungsgeber
Hauptbestandteil ist das Potenziometer, an welchem die Spannung in Abhängigkeit von der Stellung des Pedals eingestellt wird. Das Steuergerät rechnet dann diese Spannung in den relativen Weg, ggf. in die Winkelposition um. Für diagnostische Zwecke ist ein redundanter (doppelter) Geber integriert, der zwei unabhängige Signale sendet.

Hall-Winkelgeber

Er ist vom Prinzip des beweglichen Magneten abgeleitet und hat einen Bereich um 90°. Der Magnetfluss des Rotors, der die Form einer magnetischen Scheibe hat, verläuft über den Polaufsatz (2), zwei weitere Elemente für die Leitung des Magnetflusses (3), zwischen denen sich der Hallgeber ASR1 befindet, und die Achse (6) zurück zum Rotor. Der Magnetfluss ist von der Winkellage φ abhängig. Beim Typ ASR2 werden nicht zwei magnetische Elemente für die Leitung des Magnetflusses verwendet.



SP82_21

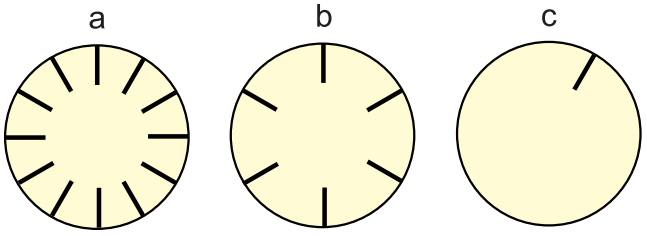
1	Gehäuseverschluss
2	Rotorscheibe (dauermagnetisch)
3	Auswertungselektronik mit Hallgeber
4	Unteres Gehäuseteil
5	Rückholfeder
6	Steuerelement (z.B. Zahnrad)

Verwendung:
Durch das Gaspedal bedient der Fahrer mechanisch über einen Seilzug oder eine Zugstange die Drosselklappe des Benzinmotors, ggf. die Einspritzpumpe des Dieselmotors. Bei elektronischen Systemen des Motormanagements übernimmt die Funktion der mechanischen Verbindung der Gaspedalstellungsgeber.

Drehzahl- und Geschwindigkeitsmesser

Gemessene Größen, Messprinzipien

Die Drehzahl- und Geschwindigkeitsmesser messen den Winkel oder den Weg pro Zeiteinheit.
Sofern wir die Bewegung des Wagens gegenüber dem grundlegenden Bezugssystem, was der Raum ist, messen, erhalten wir „absolute Größen“. Im Falle, dass wir die Bewegung zweier, sich in diesem Raum befindlicher Systeme verfolgen, messen wir „relative Größen“.
Die Geber der relativen Drehgeschwindigkeit können nach der Anzahl der abgetasteten Markierungen am Umfang des Rotors wie folgt unterteilt werden:



SP82_22

a) inkrementelle Geber - mit Feinteilung für die genaue Sofortabtastung.
b) Segmentgeber - wo die Teilung der Anzahl der gesteuerten Glieder entspricht.
c) einfache Geber - bei denen die einzige Markierung die mittlere Drehgeschwindigkeit abtastet.

Verwendung:
- Drehzahl der Kurbel- und Nockenwelle
- Drehzahl der Räder (ABS / ASR / ESP)
- Drehzahl der Einspritzpumpe
- Messung mittels direkt in den Lagern integrierter Geber (am Rad oder an der Kurbelwelle)
- Geschwindigkeit gegenüber der Erde
- Drehgeschwindigkeit des Wagens um die Kipp- oder Neigungsachse (Schutz gegen ein Umkippen)

Aus praktischen Gründen werden Geber bevorzugt, die auf magnetischen Prinzipien arbeiten, die hinsichtlich ihrer Form wie folgt unterteilt werden können:

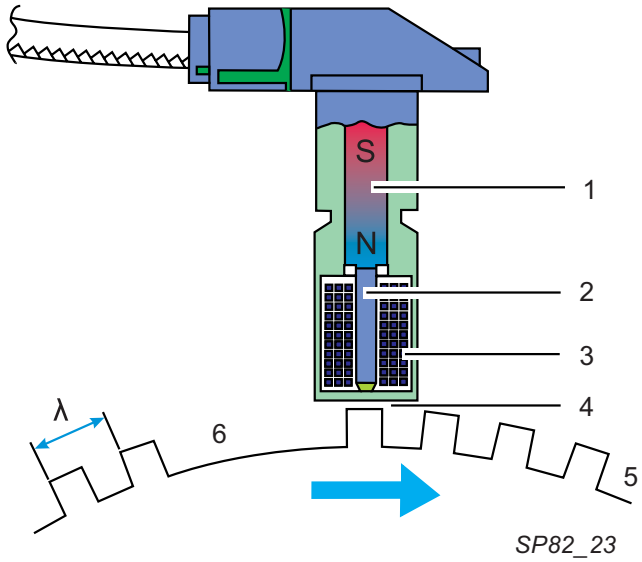
- stabförmige Geber
- gabelförmige Geber
- kreisförmige Geber

Der Rotor hat somit bei der Drehzahlmessung maßgebliche Bedeutung und tritt in der Praxis zumeist in Form von Zahnrädern auf. Als „Bezugsmarkierung“ fungiert ein teilweise oder gänzlich entfernter Zahn. Neben den Zahnrädern werden ferner gepresste Scheiben mit Öffnungen oder gewellte Ringe verwendet.
Bahnbrechend war erst die Einführung von Gebern, die direkt im Lager integriert sind, wobei der Rotor aus den Rädern mit einer kleinen Anzahl von Polen besteht. Diese werden dann mittels der Hallgeber abgetastet.

Relative Messung der Drehzahl und der Geschwindigkeit

Induktive Sensoren

Die grundlegenden Prinzipien sind im Kapitel 2.1. erläutert. Sie bestehen aus einem Stabmagneten (1) mit Polaufsatz (2), an dem sich eine Induktionsspule (3) mit zwei Ausgängen befindet. Dreht sich vor dem Geber ein ferromagnetischer Rotor (5), der mit einer Marke (6) versehen ist, wird in der Spule auf der Grundlage der Änderung des Magnetflusses eine zu dieser Änderung direkt proportionale Spannung induziert.



SP82_23

1	Stabmagnet
2	Magnetisch weicher Polaufsatz
3	Induktionsspule
4	Luftlücke d_L
5	Ferromagnetisches Zahnrad (oder Rotor, ggf. Impulsrad)
6	Umfangs- ggf. Bezugsmarkierung
λ	Zahnabstand

Vorteile:
- niedrige Herstellungskosten
- Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Magnetfeldern
- dynamisches Messprinzip
- großer Temperaturbereich

Nachteile:
- Problem mit der Miniaturisierung
- Abhängigkeit des Ausgangssignals von der Drehzahl
- Empfindlichkeit bezüglich der Schwankungen der Luftlücke

Verwendung:
- Induktiver Motordrehzahlgeber (der Kurbelwelle)
- Induktiver Raddrehzahlgeber
- Nadelbewegungsgeber(Dieseleinspritzung)

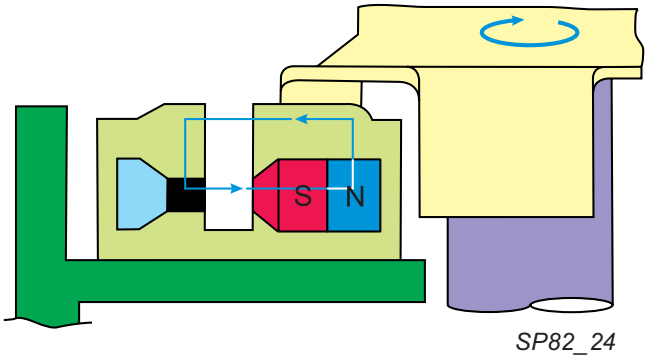
Magnetostatische Sensoren

Die grundlegenden Prinzipien sind im Kapitel 2.1. erläutert. Das Ausgangssignal bei diesen Gebern ist nicht von der Drehzahl des Rotors abhängig, sondern lediglich von der Intensität des Feldes. Ein Vorteil ist die Miniaturisierung und ein Nachteil die geringe Resistenz der Elektronik gegenüber hohen Temperaturen.

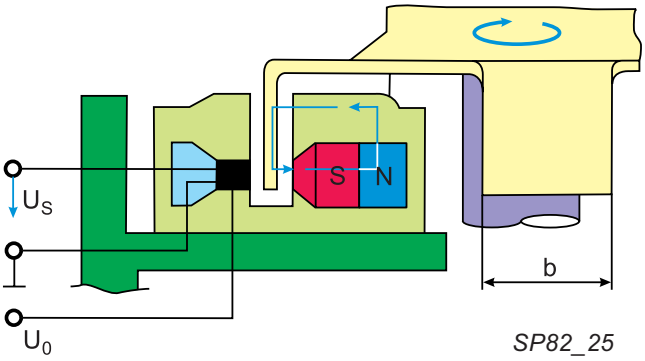
Drehzahl- und Geschwindigkeitsmesser

Hallschranken

Der „integrierte Hall-Schaltkreis“ ist für Temperaturen ≤ 150° konstruiert. Er befindet sich in einem geschlossenen magnetischen Schaltkreis, der aus dem Magneten und den Polaufsätzen besteht. Den Rotor bildet eine ***magnetisch passive*** Blende, die durch die Luftlücke verläuft. Diese unterbricht zu gegebenem Zeitpunkt den Magnetfluss, womit auch die Spannung unterbrochen wird, und anschließend wird das Signal ausgewertet.



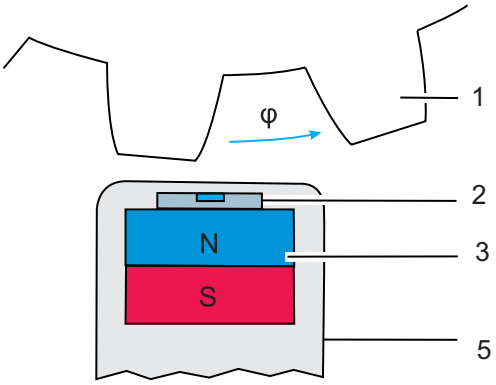
SP82_24



SP82_25

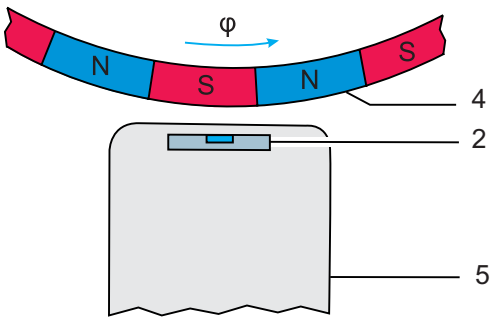
Hallgeber in Stabform

Abgetastetes Element ist wiederum der Rotor, der entweder ***magnetisch aktiv*** oder **passiv** sein kann (Polrad). Bei der passiven Ausführung hängt die Magnetisierung von der Luftlücke ab, die fehlerhafte Impulse verursachen kann.



SP82_26

Passiver Rotor
1 Inkrementeller Rotor
2 integrierter Hall-Schaltkreis
3 Dauermagnet
5 Gehäuse
φ Drehwinkel



SP82_27

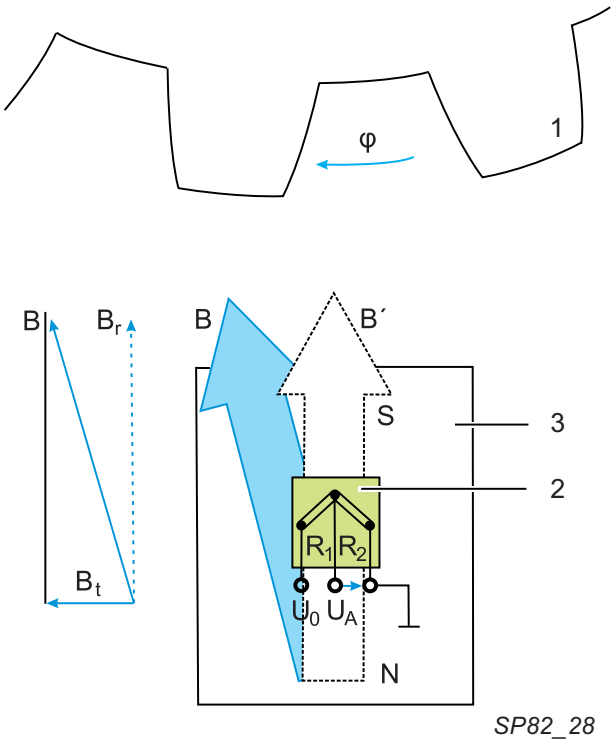
Aktiver Rotor
2 integrierter Hall-Schaltkreis
4 Polrad
5 Gehäuse
φ Drehwinkel

Gradientengeber

Sie werden auf der Basis von Differential-Hallgebern oder magnetoresistiven Differentialgebern realisiert und eignen sich viel besser zur Abtastung ***magnetisch passiver*** Rotoren als Hallgeber. Die grundlegenden Prinzipien sind im Kapitel 2.1. erläutert. Der Geber misst die Differenz der Intensität des Feldes in zwei Punkten. Der erste Punkt befindet sich direkt unter dem Zahn und der zweite Punkt in der Lücke.

Tangential-Sensoren

Ihre Ausführung erfolgt entweder mittels der Dünnschichttechnik AMR (Kapitel 2.1) oder als einfache Permalloy-Widerstände in voller oder halber Brückenschaltung. Sie erfordern jedoch einen integrierten Verstärker.



SP82_28

1 Zahnrad (Fe)
2 Dauermagnet
3 Geber
B Intensität des Steuerfeldes mit tangentialer Komponente B_t und radialer Komponente B_r
φ Drehwinkel
U_0 Versorgungsspannung
U_A Gemessene Spannung

Abtastelemente GMR

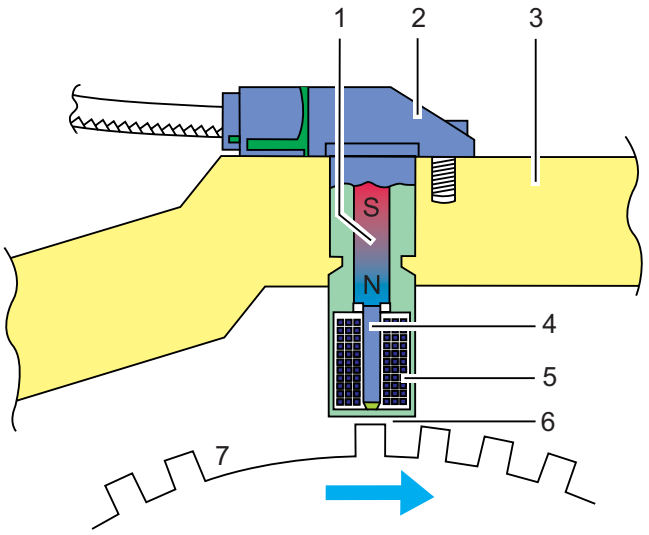
Die grundlegenden Prinzipien sind im Kapitel 2.1. erläutert.

Verwendung:
- Hallgeber (Transistorzündung TZ-H)
- Hall-Phasengeber (der Nockenwelle)
- Hallgeber am Getriebe
- Aktiver Hall-Drehzahlgeber
- Aktiver Drehzahlgeber AMR
- Magnetoresistiver Sensor (für die Einspritzpumpen der Dieselmotoren mit Radialkolben)

Induktiver Motordrehzahlgeber

Aufbau und Funktionsprinzip

Das Magnetfeld wird über den Polaufsatz (4), der mit dem Magneten (1) verbunden ist, in das Impulsrad (7) geleitet.
Der Aufsatz bildet gleichzeitig den Kern der Spule (5). Die Intensität des Magnetflusses durch die Spule ist davon abhängig, ob vor dem Hallgeber ein Zahn oder eine Lücke ist. Diese Änderungen des Magnetflusses induzieren in der Spule eine Ausgangsspannung, die dann zu den Drehzahländerungen direkt proportional ist. Die Impulsräder bei Benzinmotoren haben in der Regel 60 Zähne, von denen zwei ausgelassen sind. Eine weitere bei Dieselmotoren verwendete Variante ist ein Rad, das umlaufend für jeden Zylinder einen Zahn hat. Im Falle der PD-Motoren (Pumpe-Düse) sind die Marken je nach dem Motortyp gestaltet. Bei einem Vierzylindermotor sind es vier Zähne, d.h. auf eine Umdrehung entfallen vier Impulse.



SP82_29

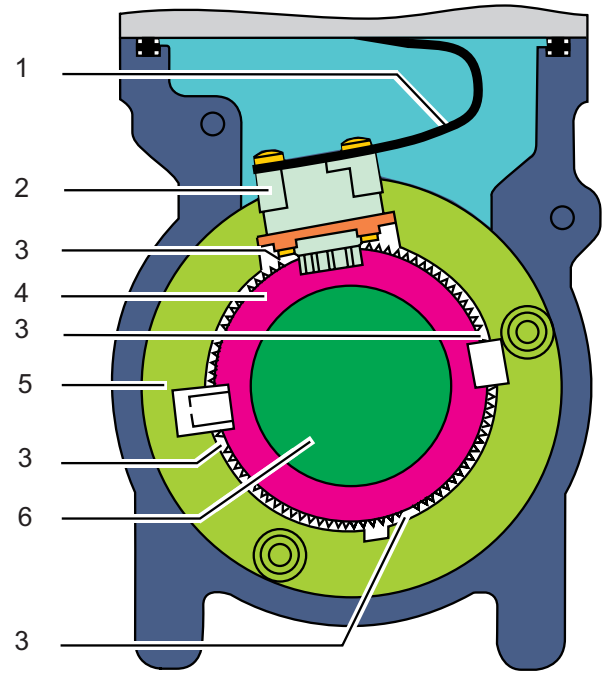
1 Dauermagnet
2 Gehäuse des Gebers
3 Motorgehäuse
4 Polaufsatz
5 Wicklung
6 Luftlücke
7 Impulsrad mit Bezugsmarke

Verwendung:
Die Geber werden sowohl zur Messung der Motordrehzahlen, als auch zur Bestimmung der Position der Kurbelwelle verwendet.
Drehzahl wird anhand des zeitlichen Abstandes der Signale des Gebers berechnet.

Drehzahlgeber und inkrementelle Drehwinkelgeber DWS

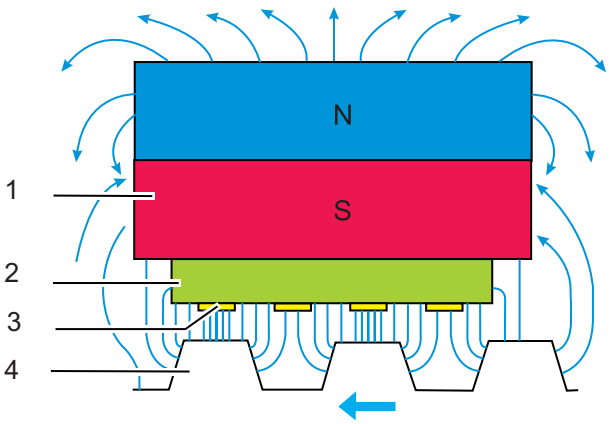
Aufbau und Funktionsprinzip

Der Rotor besteht aus dem Impulszahnrad mit 120 Zähnen, das auf der Antriebswelle der Pumpe montiert ist. Die Zahnlücken entsprechen der Anzahl der Zylinder des Motors. Zum Abtasten wird ein doppelter magnetoresistiver Differentialgeber verwendet.
Die Konstruktion des Gebers bildet ein Magnet, dessen Polfläche mit einem dünnen ferromagnetischen Plättchen homogenisiert ist. Hierauf befinden sich vier Magnetwiderstände, die Temperaturen bis zu 170°C widerstehen. Zwei von ihnen befinden sich abwechselnd gegenüber den Zähnen und zwei gegenüber der Lücke. Elektrisch sind sie zu einer vollen Brücke geschaltet.



SP82_30

1 Elastische Folie mit Leitern
2 Drehzahlgeber / Drehwinkelgeber
3 Zahnlücke
4 Impulszahnrad
5 Drehbarer Lagerring
6 Antriebswelle



SP82_31

1 Magnet
2 Homogenisierungsplättchen (Fe)
3 Magnetwiderstand
4 Impulszahnrad

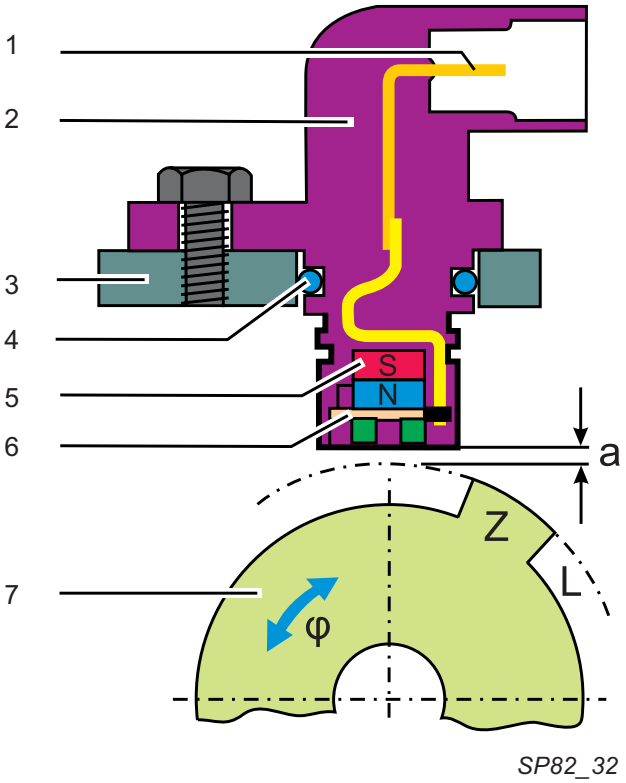
Hall-Phasengeber

Aufbau und Funktionsprinzip

Stabförmige Hallgeber

Die Prinzipien sind im Kapitel 2.1. erläutert. Der integrierte Hall-Schaltkreis (6) befindet sich zwischen dem Rotor aus ferromagnetischem Material (7) und dem Magneten (5), der das Magnetfeld bildet. Nähert sich der Zahn dem Halbleiterplättchen, ändert sich die Intensität des Feldes und es entsteht eine Hall-Spannung einer Größe mehrerer mV.

Die im integrierten Hall-Schaltkreis integrierte Auswertungselektronik verarbeitet das Signal und sendet am Ausgang einen Rechteckverlauf.

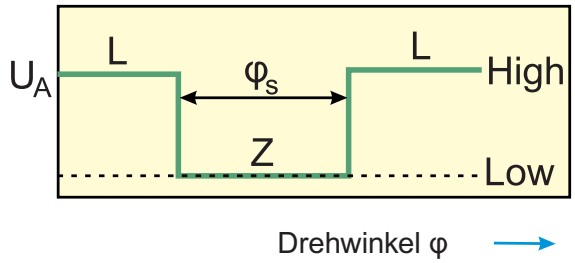


SP82_32

A Position des Gebers und des einseitig wirkenden Impulsrades

1 Elektrischer Anschluss (Konnektor)
2 Gehäuse des Gebers
3 Motorgehäuse
4 Dichtungsring
5 Dauermagnet
6 integrierter Hall-Schaltkreis
7 Impulsrad mit Zähnen (Z) und Lücke (L)
a Luftlücke
φ Drehwinkel

B Verlauf der Ausgangsspannung U_A



SP82_33

Verwendung:
Die Position der Nockenwelle gibt an, ob sich der im oberen Umkehrpunkt bewegende Kolben im Takt Verdichtung oder Entspannung ist. Der Geber der Nockenwelle, der auch „***Phasengeber***“ genannt wird, übergibt diese Information an das Steuergerät.

Getriebedrehzahlgeber RS (**R**otational **S**peed **S**ensor)

Aufbau und Funktionsprinzip

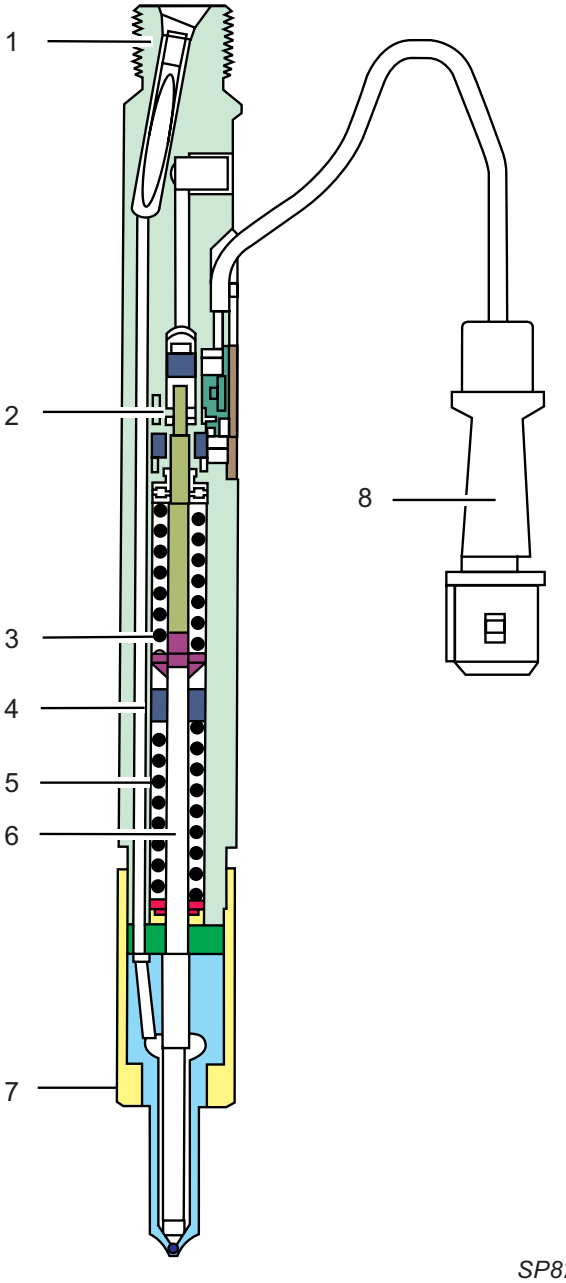
Der aktive Drehzahlgeber hat einen integrierten Differential-Hall-Schaltkreis,
der an die Spannungsquelle U_V angeschlossen sein muss.
Rotor kann ein Zahnrad, ein Polrad oder ein gepresstes Blech sein. Die Geber sind in zwei Ausführungen vorhanden. Die erste liefert ein rechteckiges Drehzahlsignal. Bei der zweiten Ausführung wird dieses Signal um ergänzende Informationen der Rotationsrichtung, der Erkennung des Ruhezustandes, der Reserve der Luftlücke und der Montageposition erweitert.

Verwendung:
Diese Geber sind so konzipiert, dass sie dem Arbeitsumfeld, in diesem Falle Öl, in das sie eingetaucht sind, sowie höheren Temperaturen, die sich von -40 bis +150°C bewegen, widerstehen.
Die Versorgungsspannung U_V beträgt 4,5 – 16,5V.

Nadelhubgeber

Aufbau und Funktionsprinzip

Der dauermagnetische Druckbolzen wird in die Spule geschoben, die infolge der Änderung des Magnetflusses eine zur Bewegungsgeschwindigkeit direkt proportionale Spannung induziert.



SP82_37

1 Körper des Halters
2 Nadelbewegungsgeber
3 Druckfeder
4 Leitring
5 Druckfeder
6 Druckzapfen
7 Mutter für das Aufspannen der Düse
8 Anschluss für den Auswertungsschaltkreis

Verwendung:
Der Beginn der Einspritzung ist eine wichtige Größe für die optimale Funktion der Dieselmotoren. Sein Abtasten ermöglicht Umstellung der Einspritzung in Abhängigkeit von der Belastung und Drehzahl. Hierzu dient der Halter der Düse mit dem Nadelhubgeber NBS, und zwar sowohl für serienmäßige Einspritzpumpen, als auch für Rotationspumpen. Durch das Anheben der Nadel bei der Düse entsendet der Geber ein Signal, das weiter verarbeitet wird.

Induktiver Geber für Transistorzündung

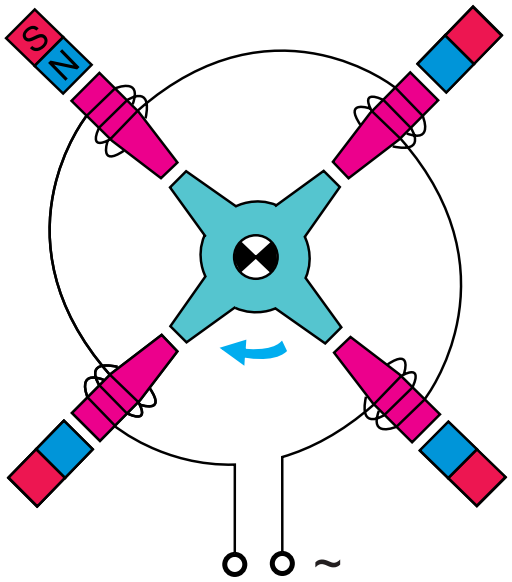
Aufbau

Der Geber befindet sich im Körper des Verteilers. Der magnetisch weiche (leitfähige) Kern der Spule mit der Wicklung hat die Form einer Kreisplatte und wird „Polplatte“ genannt. Gemeinsam mit dem Magneten bilden sie einen Komplex, den sog. Stator. Auf die Welle des Verteilers ist das Impulsrad, der sog. Rotor, aus magnetisch weichem Stahl aufgesetzt. Der Kern und der Rotor haben Aufsätze in Form von Zähnen, deren Anzahl mit der Anzahl der Zylinder im Motor übereinstimmt.

Funktionsprinzip

Bei der Drehung des Rotors ändert sich periodisch die Breite der Luftlücke zwischen beiden Aufsätzen, wodurch es zu einer Änderung des Magnetflusses kommt. Diese Änderung induziert in den Spulen eine Wechselspannung, deren Größe zur Drehzahl direkt proportional ist.

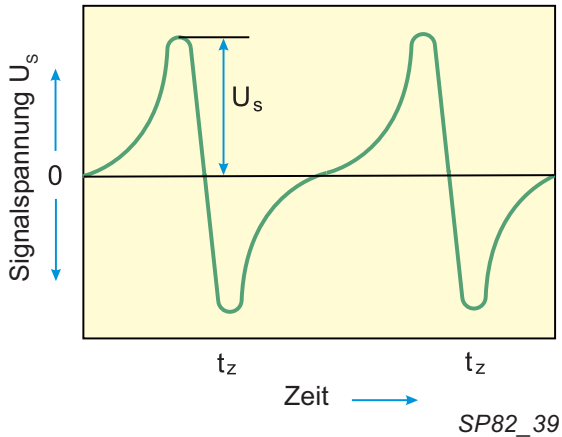
Die Spannungsfrequenz ***f*** entspricht der Anzahl der Funken pro Minute.



SP82_38

$$f = z \cdot n/2$$

f - Frequenz (min-1)
z - Zylinderanzahl
n - Motordrehzahl (min-1)



SP82_39

Verwendung:
Der Geber dient zur Initiierung der Zündung für die Transistorzündung. Er stellt einen elektrischen Wechselstromgenerator dar.

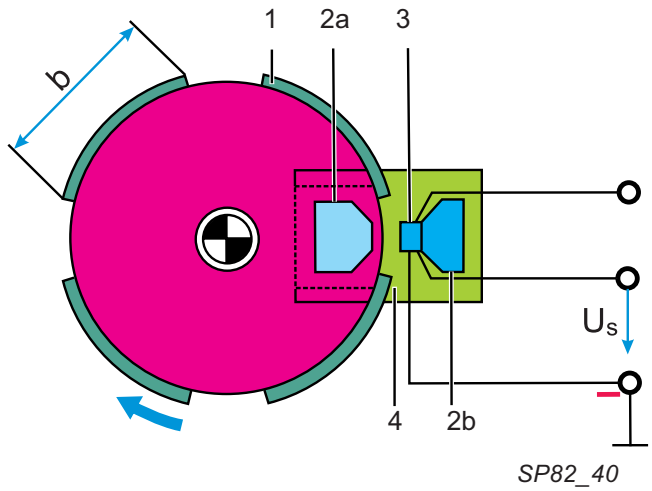
Hallgeber für Transistorzündung

Aufbau

Der Hallgeber befindet sich im Verteiler und sein integrierter Schaltkreis ist aus Gründen der Feuchtigkeit, der mechanischen Beschädigung oder der Verunreinigung in Kunststoff gegossen. Magnetisch leitende Elemente und der Rotor mit den Blenden sind aus magnetisch weichem Material hergestellt. Die Anzahl der Blenden entspricht der Anzahl der Zylinder des Motors.

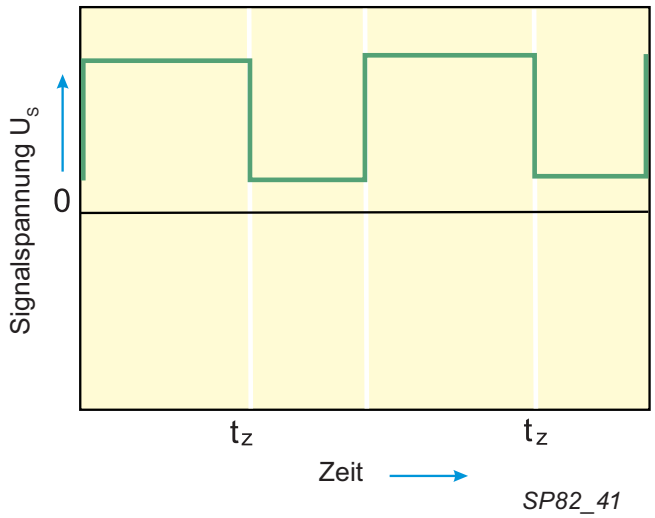
Funktionsprinzip

Die Blenden des Rotors bewegen sich berührungslos in der Luftlücke. Sofern die Luftlücke frei ist, geht das Magnetfeld durch den integrierten Hall-Schaltkreis hindurch und die Spannung erreicht ihr Maximum, wobei der integrierte Schaltkreis geschaltet ist. Dringt eine der Blenden in die Lücke ein, verhindert sie den Durchtritt des Magnetfeldes und die Spannung erreicht somit ihr Minimum.



SP82_40

1	Blende mit Breite b
2a	Dauermagnet
2b	Elemente für die Leitung des Magnetflusses aus magnetisch weichem Material
3	integrierter Hall-Schaltkreis
4	Luftlücke
U_S	Signalspannung (angepasste Hallspannung)



SP82_41

Verwendung:
Die „Hallschranke“ dient zur Initiierung der Zündung für die Transistorzündung TZ-H.

Gemessene Größen, Messprinzipien

Vibrationssensoren sind zur Regelung des Klopfens bei Verbrennungsmotoren geeignet. Vibrationssensoren arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie Beschleunigungsgeber. Die gemessene Größe ist somit die Beschleunigung **a**, die als Vielfaches der Gravitationsbeschleunigung **g** (g = 9,81 ms-2) angegeben wird. Die Messung geht vom Grundgesetz der Mechanik aus:

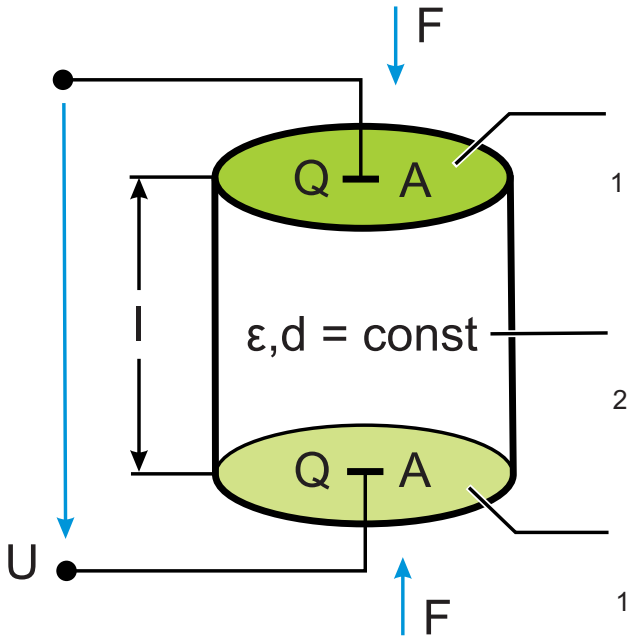
F = m • a

Hieraus resultiert, dass die Beschleunigung des Körpers **a** von seiner Masse **m** und der Kraft **F**, die auf ihn wirkt, abhängig ist. Je nach der Art der gemessenen Größe können Vibrationssensoren in zwei Systeme unterteilt werden:

- Systeme zur Messung des Weges
- Systeme zur Messung der mechanischen Spannung

Systeme zur Messung der mechanischen Spannung

Piezoelektrische Materialien bilden unter Einwirkung mechanischer Spannungen, die durch äußere Kräfte **F** hervorgerufen werden, an ihrer Oberfläche Ladungen **Q**. An der Oberfläche sind Elektroden befestigt. Natürliche kristalline Stoffe weisen diese Eigenschaft natürlich auf. Künstlich hergestellte Stoffe müssen hierzu mittels eines elektrischen Feldes polarisiert werden.
Infolge des Einflusses des Umfeldes kann es zu einer „Depolarisation“ kommen, bei der eine Änderung der Materialstruktur eintritt und dieses Prinzip nicht mehr funktioniert. Eine der Möglichkeiten kann die Überschreitung der „Curie-Temperatur“ von 160°C oder eine mechanische Einwirkung, z.B. intensive Erschütterungen, sein. Eine weitere negative Eigenschaft, die alle künstlich hergestellten Materialien aufweisen, ist der ***„pyroelektrische Effekt“***, der durch die Änderung der Temperatur in den Stoffen Ladungen erzeugt. Diese Ladungen sind von der Dauer der Einwirkung der äußeren Kraft unabhängig und werden mit der Zeit über den Messkreis abgeleitet oder sie entladen sich. Die Sensoren können somit nicht statisch, sondern dynamisch messen.



SP82_42

1	Elektroden
2	Piezoelektrisches Muster
l	Länge
A	Querschnittsfläche des Musters
F	Kraft
Q	Ladung
U	Spannung
ε	Dielektrische Konstante
d	Piezoelektrische Ladungskonstante

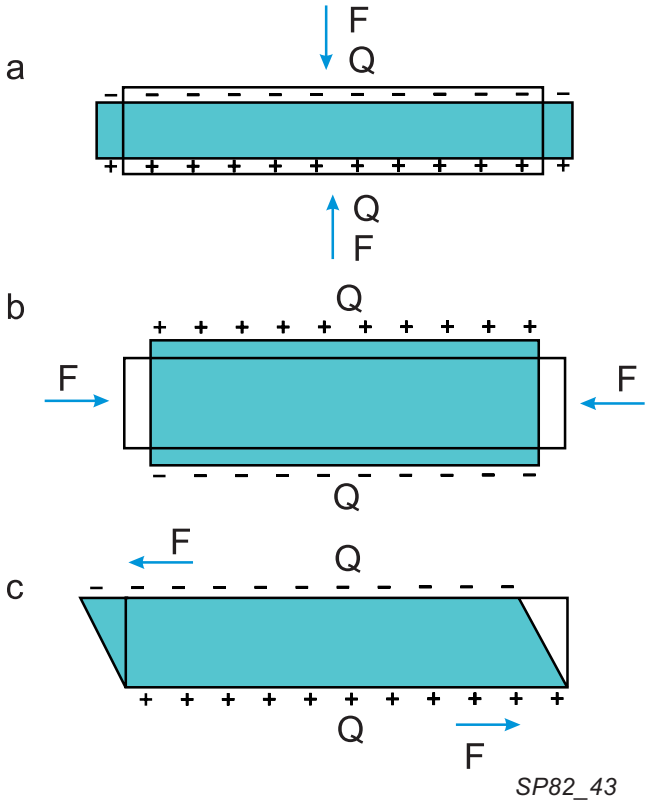
Vibrationssensoren

Das elektrische Verhalten dieser Sensoren ist durch die „piezoelektrische Ladungskonstante **d**“ oder durch das „**Piezomodul K** “ beschrieben. Hier gelten folgende Beziehungen:

Mechanische Spannung	σ = F / A	(N/m2)
Größe der Ladung	Q = d • F	(C)
Geberspannung	U = g • L • σ	(V)
Intensität des el. Feldes	E = g • σ	(V/m)
Piezoelektrische Spannungskonstante		g = d/ ε

F - Kraft (N)
A - Querschnitt des Körpers (m2)
L - Länge des Körpers (m)
ε - dielektrische Konstante

Je nach der Art der Beanspruchung kann der piezoelektrische Effekt weiter in den Längseffekt (a), den gleitenden Längseffekt (b) und den gleitenden Quereffekt unterteilt werden. Jeder von ihnen findet hierbei seine Anwendung in der Praxis.



SP82_43

Dünne PVDF-Folien

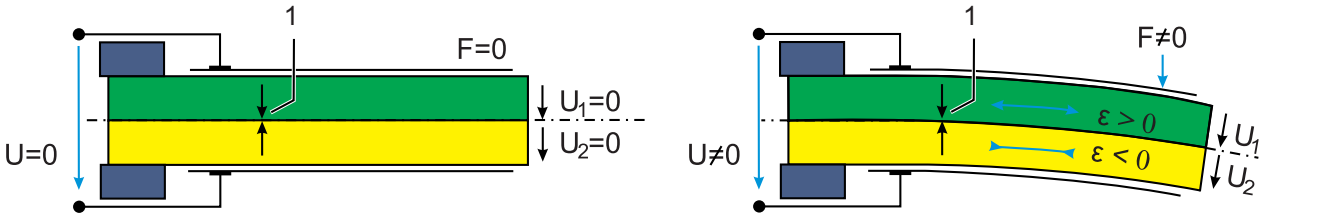
Sie gehören zu den am häufigsten verwendeten, künstlich hergestellten Materialien in der Automobilindustrie.

Vorteile:
- sehr geringe Kosten

Nachteile:
- schlechte Messeigenschaften
- pyroelektrischer Effekt

Bimorphe Plättchen

Sie bestehen aus zwei piezokeramischen Plättchen mit entgegengesetztem Polarisationssinn. Beim Biegen wird eine Schicht gedehnt (ε > 0) und die andere zusammengedrückt (ε < 0). Die resultierende Spannung ist gleich der Summe der Teilspannungen beider Schichten. Ist eines der Enden fest verankert, kann die Biegung gemessen werden. Sind sie an eine Metallmembrane angelötet oder angeklebt, messen sie auch die Durchbiegung.



SP82_44

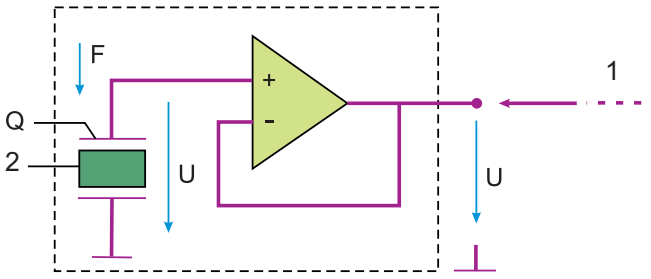
Im Ruhezustand

Beim Biegen,
oben gedehnt (ε > 0), unten gedrückt (ε < 0)

1	Polarisationsrichtung
F	Gemessene Kraft
U	Gesamtspannung
$U_{1,2}$	Teilspannung

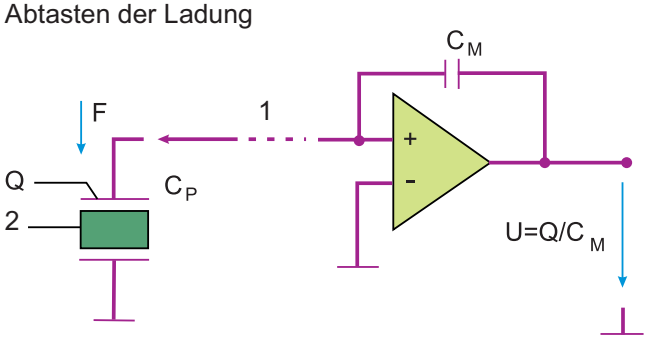
Elektrische Signalauswertung

Abtasten der Spannung



SP82_45

Abtasten der Ladung



SP82_46

1	Zuleitungskabel
2	Piezoelektrisches Muster mit der Kapazität Cp
Cm	Gemessene Kapazität
F	Gemessene Kraft
Q	Ladung
U	Spannung

Verwendung:
- Hall-Beschleunigungsgeber
- Piezoelektrischer Beschleunigungsgeber (bimorphe Biegeelemente, Längselemente als Klopfsensor)
- Mikromechanische Beschleunigungsgeber

Vibrationssensoren

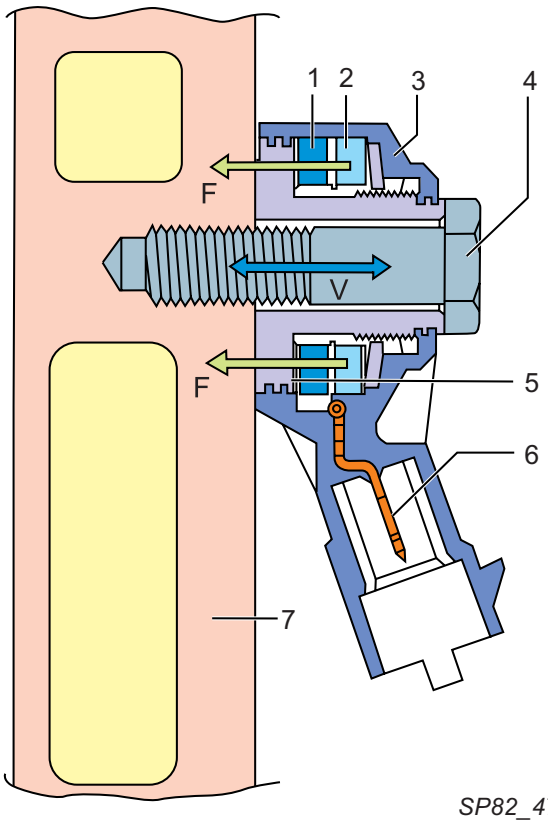
Piezoelektrische Klopfsensoren

Aufbau

Die Masse wirkt aufgrund ihrer Trägheit durch Druckkräfte im Rhythmus der Erregerschwingungen auf ein kreisförmiges piezokeramisches Element. Durch die Deformation entsteht in der Keramik eine Ladungsverschiebung. Zwischen der oberen und der unteren Seite dieser Schicht kann eine Spannung gemessen werden, die mittels eines Wechselspannungsverstärkers erhöht und im Steuergerät der Zündung weiter verarbeitet wird.

Standort

Damit die entstehenden Signale vom Messort in den mittels einer Schraube befestigten Geber geleitet werden können, sind folgende Bedingungen einzuhalten:
- Die Schraube muss mit entsprechendem Anzugsmoment festgezogen sein.
- Die Befestigungsfläche und die Gewindeöffnung im Motor müssen die vorgeschriebene Qualität haben.
- Zur Fixierung dürfen keine Ausgleichs- oder Federscheiben verwendet werden.



SP82_47

1	Piezokeramik
2	Seismische Masse mit Druckkräften F
3	Gehäuse
4	Schraube
5	Anschluss
6	Elektrischer Anschluss
7	Motorblock
V	Vibration

Verwendung:
Die Klopfsensoren sind von ihrem Funktionsprinzip her Vibrationssensoren und tasten die sich durch einen Körper ausbreitenden Schwingungen ab. Der Sensor wandelt diese Auslenkungen in elektrische Signale um.

Gemessene Größen, Messprinzipien

Die Druckmessung erfolgt direkt mittels der Membrandeformation oder durch einen Kraftsensor. Zur Messung werden Geber verwendet, die für das Messen sowohl ***statischer***, als auch ***dynamischer*** Systeme geeignet sind, die nicht nur gasförmig oder flüssig sind, sondern auch z.B. weiche gelartige Substanzen darstellen.

Membransensoren

Die meistverbreitete Methode der Druckmessung verwendet eine dünne Membrane als mechanische Zwischenstufe, die von der einen Seite dem zu messenden Druck ausgesetzt ist, in dessen Folge sie sich durchbiegt.

Kapazitive Sensoren

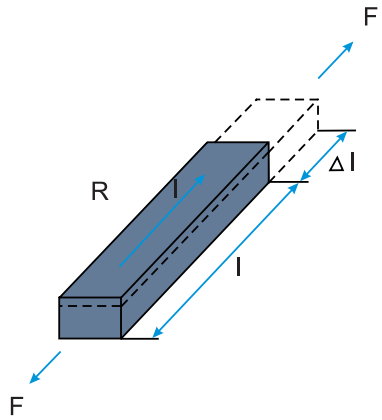
Sie benötigen den direkten Kontakt mit dem zu messenden Medium. Den Sensor von diesem Medium zu trennen, erfordert jedoch aufwendige technische Maßnahmen. Ein Messglied der Kapazität kann u.a. eine Kapsel sein.

DMS-Messung (**D**ehn**M**ess**S**treifen)

Je nach der Art des Materials der Membrane kann die ***DMS-Messung*** in folgende Messtechniken unterteilt werden.

- geklebte Folien
- dickschichtig
- metallisch dünnschichtig
- siliziumhaltig dünnschichtig
- diffundierte Widerstände

Ihre Eigenschaften unterscheiden sich wesentlich in Abhängigkeit von ihrer Größe und dem Messeffekt. Die Größe des Messeffekts charakterisiert der „Koeffizient **K** “, der die relative Änderung des Widerstandes **R** in Bezug auf den relativen Wert ihrer Länge **l** angibt.



Koeffizient K $K = \frac{\Delta R/R}{\varepsilon} = 1 + 2 \bullet \nu + \frac{\Delta\rho/\rho}{\varepsilon}$

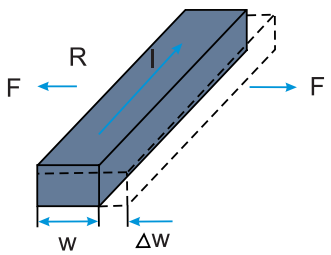
Widerstand R (Ω)

Poisson´sche Konstante ν

Elektrische Leitfähigkeit ρ (S) Siemens

Längsverlängerung $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ (ppm)

Querverlängerung $\varepsilon = \frac{\Delta w}{w}$ (ppm)



SP82_48

Die für die Membranen verwendeten Materialien sind entweder keramisch, metallisch oder bestehen aus Quarz (Silizium). Die Durchbiegung der Membrane ist durch die unterschiedliche Größe der Druckkräfte auf ihre beiden Seiten gegeben. Hieraus resultiert grundlegende Unterteilung der Geber für folgende Drücke:

- Absoluter Druck
- Referenzdruck
- Barometrischer Druck
- Differenzdruck (Druckunterschied)

Rückführung zum Kraftsensor

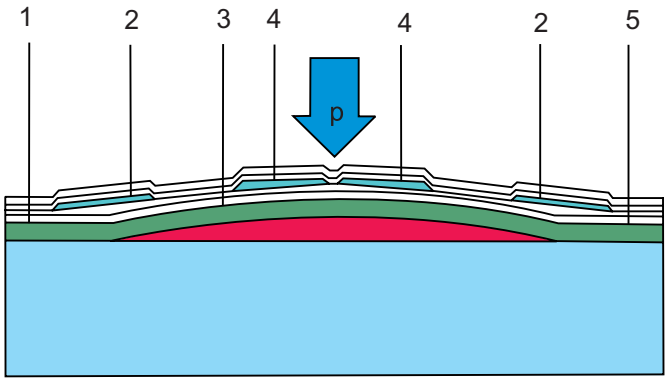
Diese Geber sind so konstruiert, dass die durch das Durchbiegen der Membrane entstehende Kraft mittels eines Verlängerungsstabes auf den Kraftsensor übertragen wird.

Verwendung:
- Dickschicht-Drucksensoren
  Mikromechanische Drucksensoren
- Silizium-Drucksensor im Verbrennungsraum
  Hochdruckgeber mit Metallmembrane

Dickschicht-Drucksensoren

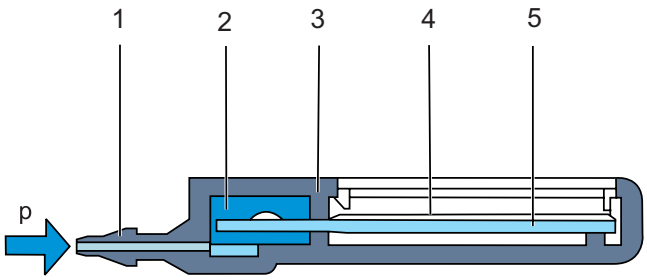
Aufbau und Funktionsprinzip

Der Sensor ist in eine Messzelle und den Raum für den Auswertungsschaltkreis gegliedert. Beide Teile befinden sich auf einem gemeinsamen keramischen Substrat. Die Messzelle besteht aus einer dickschichtigen Membrane, in deren Nähe sich vier Dehnwiderstände in Brückenschaltung befinden. Zwei aktive Resistoren ändern ihre Leitfähigkeit gemäß der mechanischen Spannung und zwei passive Resistoren dienen als Temperaturkompensation. Die Auslenkung der Membrane bewirkt eine Änderung der Ausgewogenheit der Brückenschaltung und der gemessenen Spannung U_A, die in das Steuergerät geführt wird, und dem zu messenden Druck **p** entspricht.



SP82_49

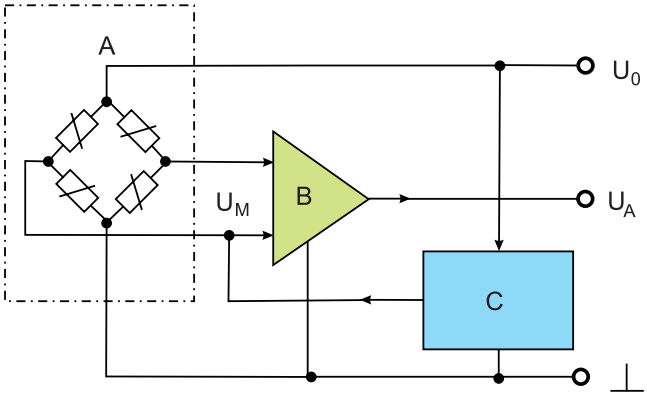
1	Dickschichtige Membrane
2	Passiver Referenz-Dehnwiderstand
3	Referenzdruckkamer (Blase)
4	Aktiver Dehnwiderstand
5	Keramisches Substrat
p	Gemessener Druck



SP82_50

Messteil:
1 Druckanschluss für den gemessenen Druck p
2 Messzelle
3 Dichtungszwischenwand

Signalbearbeitung:
4 Auswertungsschaltung
5 Dickschichtiger Hybridschaltkreis auf keramischem Substrat



SP82_51

A Messzelle DMS
B Verstärker
C Temperaturkompensationsschaltkreis
U_0 Versorgungsspannung
U_M Gemessene Spannung
U_A Ausgangsspannung

Verwendung:
Dickschicht-Drucksensoren werden vereinzelt als Alternative zu mikromechanischen Gebern verwendet.

- Druckgeber im Saugrohr und Ladedruckgeber (20 - 400 kPa)
- Geber für Umgebungsdruck (60 - 115 kPa)

Mikromechanische Drucksensoren

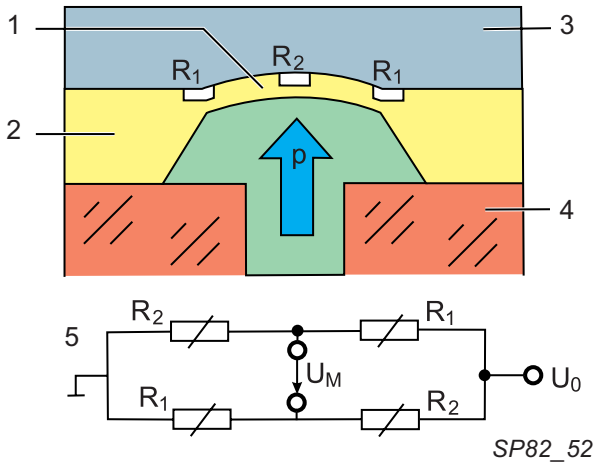
Ausführung mit Referenzvakuum auf der Strukturseite

Aufbau

Die Messzelle besteht aus einem Siliziumchip. In diesen wird mikromechanisch eine dünne Membrane geätzt, auf die vier Dehnwiderstände diffundiert werden. Ihr elektrischer Widerstand ändert sich in Abhängigkeit von der mechanischen Spannung der Membrane. Das Referenzvakuum befindet sich unter der Kappe. Im Gehäuse des Gebers ist häufig auch ein Temperaturgeber integriert, dessen Signal unabhängig ausgewertet wird.

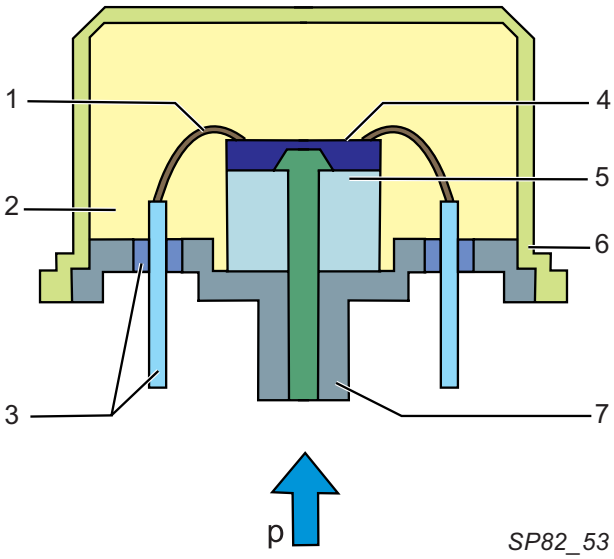
Funktionsprinzip

Die Messwiderstände sind als Brücke geschaltet. Durch die Änderung der Widerstände ändert sich das Verhältnis der elektrischen Spannungen an den Resistoren. Die gemessene Gesamtspannung U_M ist der Maßstab des Druckes auf der Membrane.



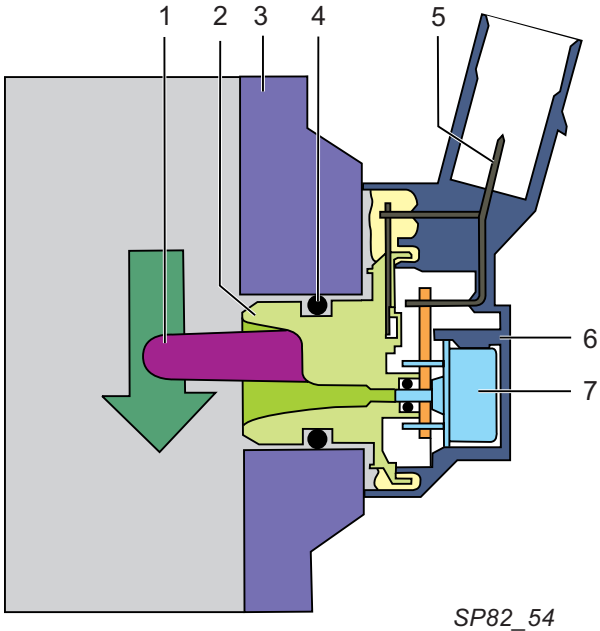
SP82_52

1 Membrane
2 Siliziumchip
3 Referenzvakuum
4 Glassockel (Pyrex)
5 Brückenschaltung
p Gemessener Druck
U_0 Versorgungsspannung
U_M Gemessene Spannung
R_1 Dehnwiderstand (gedrückt)
R_2 Dehnwiderstand (gedehnt)



SP82_53

1,3 Elektrische Zuleitungen mit Glasdurchführung
2 Referenzvakuum
4 Messzelle (Chip) mit Auswertungselektronik
5 Glassockel
6 Verschluss
7 Zuleitung des gemessenen Druckes p



SP82_54

1 Temperaturgeber (NTC)
2 Unteres Gehäuseteil
3 Saugrohrwand
4 Dichtungsringe
5 Elektrischer Anschluss (Konnektor)
6 Gehäuseverschluss
7 Messzelle

Druckgeber

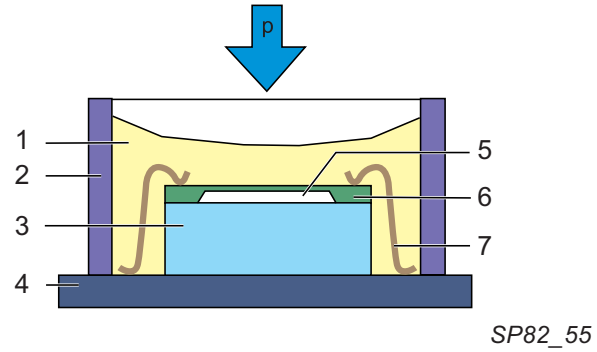
Ausführung mit Referenzdruck im Hohlraum

Aufbau

Der Siliziumchip befindet sich am Glassockel und der gemessene Druck wirkt direkt auf jene Seite, wo sich die Auswertungselektronik befindet. Aus diesem Grunde ist diese Seite durch ein Spezialgel geschützt. Das Referenzvakuum befindet sich im Hohlraum zwischen dem Chip und dem Glassockel. Im Gehäuse des Gebers ist häufig auch ein Temperaturgeber integriert, der in den Raum der strömenden Luft ragt. Sehr schnell reagiert er auf Temperaturänderungen, und sein Signal wird unabhängig ausgewertet.

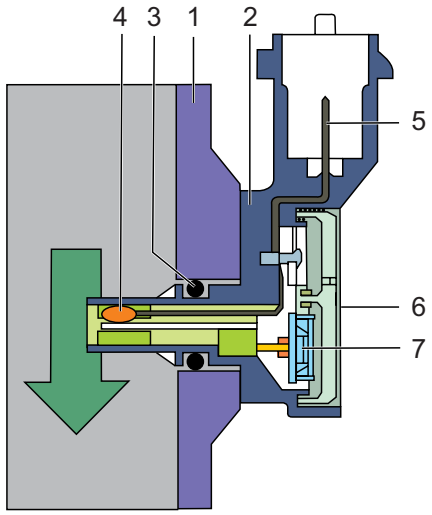
Funktionsprinzip

Das Funktionsprinzip ist mit der Ausführung des Referenzvakuums auf der Strukturseite identisch. Der einzige Unterschied besteht darin, dass sich die Membrane der Messzelle in entgegengesetzter Richtung deformiert.



SP82_55

1 Schutzgel
2 Gelrahmen
3 Glassockel
4 Keramisches Hybridsubstrat
5 Hohlraum mit Referenzvakuum
6 Messzelle (Chip) mit Auswertungselektronik
7 Angeschweißte Ausgänge
p Gemessener Druck



SP82_56

1 Saugrohrwand
2 Gehäuse
3 Dichtungsring
4 Temperaturgeber (NTC)
5 Elektrischer Anschluss (Konnektor)
6 Gehäuseverschluss
7 Messzelle

Verwendung:
Druckgeber im Saugrohr und Ladedruckgeber (250 kPa)
Dieser Geber misst den ***absoluten Druck*** im Saugrohr zwischen dem Lader und dem Motor gegenüber dem Referenzvakuum. Hierdurch kann die genaue Luftmasse bestimmt werden.

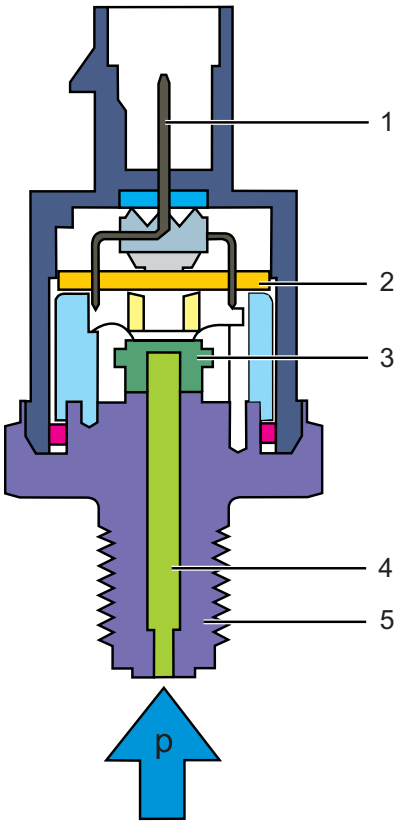
Geber für Umgebungsdruck (60 - 115 kPa)
Dieser Geber misst den ***absoluten Druck*** und befindet sich direkt im Steuergerät oder im Motorraum. Das Signal dient zur Korrektur der Werte, mit denen die Regelkreise in Abhängigkeit von der Meereshöhe arbeiten. z.B. Abgasrückführung oder Ladedruckregelung.

Öldruckgeber (50 - 1000 kPa)
Dieser Geber misst den ***absoluten Druck*** des Öls und wird an den Ölfilter montiert. Die Messzelle wird auch zur Messung des Druckes im Niederdruckteil des Kraftstofftanks verwendet. Der Geber ist am Kraftstofffilter, ggf. innen montiert.

Hochdruckgeber

Aufbau und Funktionsprinzip

Der Kern des Gebers besteht aus einer Stahlmembrane, auf die Dehnwiderstände in Brückenschaltung aufgedampft sind. Der Messbereich des Gebers ist von der Stärke der Membrane abhängig. Zwischen dem Druck und der Stärke besteht eine direkte Proportionalität. Der gemessene Druck wirkt auf die Membrane, deren Durchbiegung die Spannung zweier Dehnwiderstände ändert. Die resultierende Messspannung in der Brücke (80 mV) wird in den Auswertungsschaltkreis geleitet, der das Signal verstärkt (5 V) und es zum Steuergerät weiter leitet.



SP82_57

1 Elektrischer Anschluss (Konnektor)
2 Auswertungsschaltkreis
3 Stahlmembrane mit aufgedampften
- Dehnwiderständen
4 Druckanschluss
5 Befestigungsgewinde

Verwendung:
Hochdruckgeber werden in Kraftwagen zur Messung des Drucks des Kraftstoffes und der Bremsflüssigkeit verwendet.

Druckgeber für Diesel im Druckgefäß (180 MPa)
Dieser Geber misst den Druck im Verteilerrohr (Rail) im Diesel-Einspritzsystem Common Rail. Der Druck wird ferner durch den Schaltkreis geregelt und ist von der Motordrehzahl unabhängig.

Druckgeber für Benzin im Druckgefäß (5 - 15 MPa)
Dieser Geber misst den Druck im Verteilerrohr (Rail) des Systems MED - Motronic mit direkter Benzineinspritzung. Der Druck ist von der Drehzahl abhängig.

Druckgeber für Bremsflüssigkeit (25 - 35 MPa)
Der Geber misst den Druck der Bremsflüssigkeit in der Hydraulikeinheit der Systeme zur Gewährleistung der Sicherheit.

Gemessene Größen, Messprinzipien

Im Wagen werden Strömungsmesser zum Messen der gelieferten Kraftstoffmenge oder der zur Verbrennung angesaugten Luftmenge verwendet. Das Messen des Kraftstoffdurchflusses erfolgte bei Verbrennungsmotoren ohne elektronische Steuerung, z.B. zur Anzeige des Kraftstoffverbrauchs für eine bestimmte zurückgelegte Strecke.

Messen der Luftströmung

Beim chemischen Prozess der Kraftstoffverbrennung werden die Massenverhältnisse der angesaugten und der Ladeluft genutzt. Bei Benzinmotoren ist die wichtigste Größe für die Belastung der Luftmassenfluss, wobei die Geber, die die Menge der Gasströmung messen, *Anemometer* genannt werden. Der maximale gemessene Massenfluss bewegt sich bei Motoren im Bereich von 400-1200 kg/h und das Verhältnis zwischen dem minimalen und maximalen Durchfluss im Leerlauf beträgt 1:90-1:100 mit einer Genauigkeit von 1-2 % des gemessenen Wertes. Die Luftmengengeber haben eine sehr gekrümmte Charakteristik, sodass die gemessenen Signale vor der Auswertung linearisiert werden müssen. Die Strömung durch die Rohrleitung kann entweder laminar oder turbulent sein. Hierüber entscheidet die Größe der Reynolds-Zahl $R_{e.}$

$$R_e = v \bullet \frac{D}{\eta}$$

v - Strömungsgeschwindigkeit
D- Querschnittsdimension
η - kinematische Viskosität des Mediums

Ist der Wert **R** größer als 1200, tritt eine turbulente Strömung ein, die bei Kraftwagen vorausgesetzt werden kann (v = konst.). Ist er geringer, handelt es sich um eine laminare Strömung.
Der Durchfluss kann dann wie folgt berechnet werden:

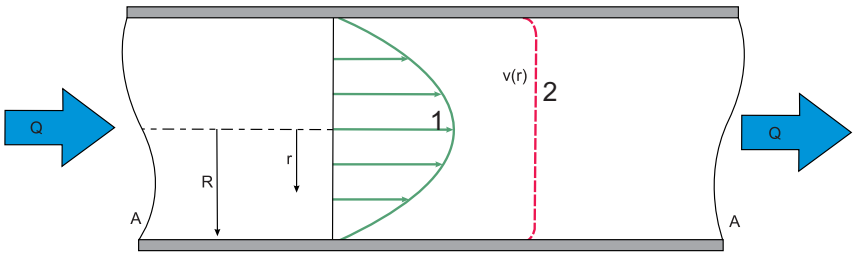
Volumenfluss: $Q_v = v \bullet A$
Massefluss: $Q_M = \rho \bullet v \bullet A$

ρ - Dichte des homogenen Mediums
A - Messquerschnitt

In der Praxis erfolgt die Messung an jenem Ort, wo ein verengter Querschnitt besteht, indem der Mittelwert des Durchflusses gemessen wird:

$$Q_{Str} = konst \bullet \sqrt{Q_V \bullet Q_M}$$

Der Abfall des Druckes am Strömungsmesser darf den Wert von 20-30 mbar nicht überschreiten.



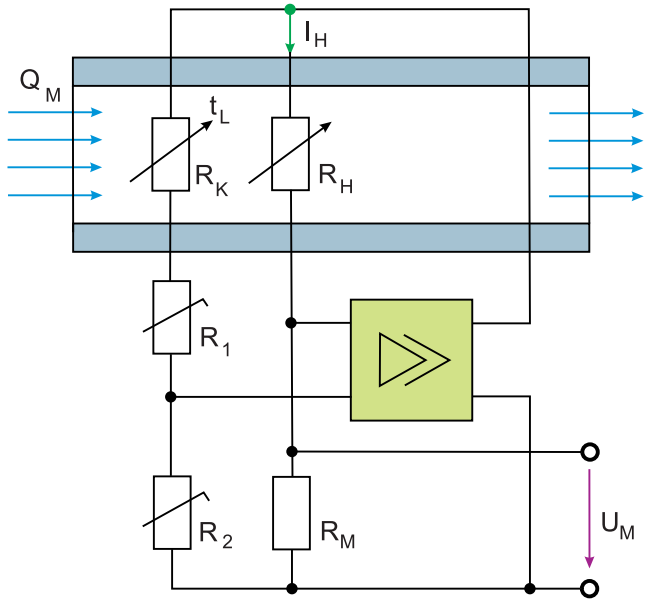
SP82_66

1	Laminare Strömung
2	Turbulente Strömung
A	Querschnittsfläche des Rohres
Q	Durchfluss
R	Radius des Rohres
r	Abstand von der Mitte
v(r)	Strömungsprofil

Hitzdraht-Luftmassenmesser HLM

Aufbau und Funktionsprinzip

Der Geber besteht aus dem Messrohr, durch welches die angesaugte Luft strömt. Im Innern ist ein dünner Heizdraht aus Platin mit einem Durchmesser von 70 µm und einem Widerstand R_H gezogen. Gegen die Strömungsrichtung befindet sich ein Resistor R_k für die Temperaturkompensation. Der Regelkreis gewährleistet, dass die Temperatur des Drahtes um eine konstante Differenz höher ist. Der Heizstrom I_H erzeugt auf dem Messwiderstand R_M eine Spannung U_M, die zum Luftmassenstrom proportional ist.



SP82_71

RK	Widerstand für die Temperaturkompensation
R_H	Widerstandsheizdraht
R_M	Messwiderstand
$R_{1,2}$	Widerstände für den Brückenabgleich
U_M	Gemessene Spannung
I_H	Heizstrom
t_l	Lufttemperatur
Q_m	Luftströmung

Verwendung:
Der Hitzdraht- Luftmassenmesser HLM befindet sich zwischen dem Luftreiniger und der Drosselklappe. Er misst den durch den Motor angesaugten Luftmassenstrom Q_M und ist von allen Strömungsmessern der schnellste.

Hitzdraht- / Heißfilm-Anemometer

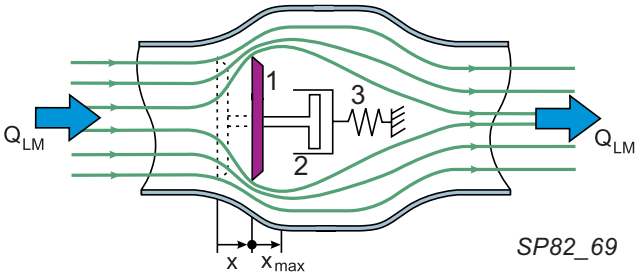
Führt durch einen dünnen Draht mit dem elektrischen Widerstand R ein Strom I_H, erwärmt sich der Draht. Strömt um ihn herum ein Medium mit der Dichte p und der Geschwindigkeit u, stellt sich ein Gleichgewicht zwischen der elektrisch zugeleiteten Leistung p_{el} und der pneumatisch abgeleiteten Leistung p_v ein.

$P_{el} = P_V$

$I_H^2 \bullet R = c_1 \bullet \lambda \bullet \Delta v$

Hierbei ist die Wärmeleitfähigkeit: $\lambda = \sqrt{Q_{LM} + c_2}$ Dann: $I_H = c_1 \bullet \sqrt{(\sqrt{Q_{LM}}) + c_2} \bullet \sqrt{\frac{\Delta v}{R}}$

c2 - Wärmeverlust



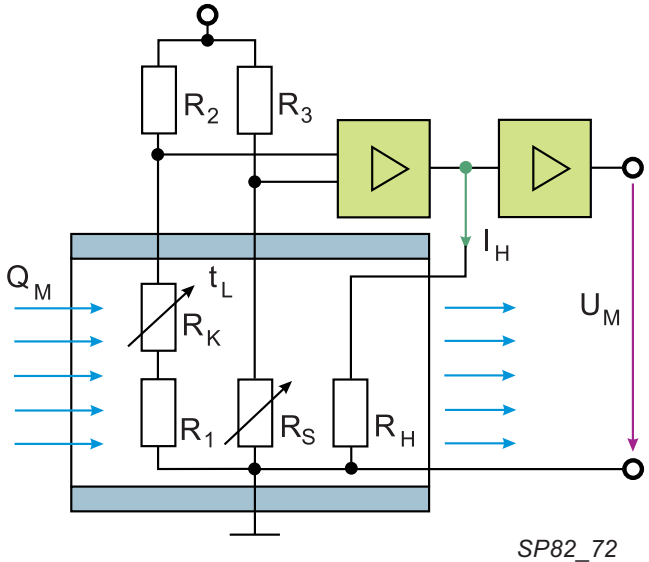
SP82_69

1	Blende
2	Dämpfsystem
3	Weiche Rückholfeder
Qlm	Luftmassenstrom
x	Position der Scheibenblende in Abhängigkeit vom Durchfluss

Heißfilm-Luftmassenmesser HFM2

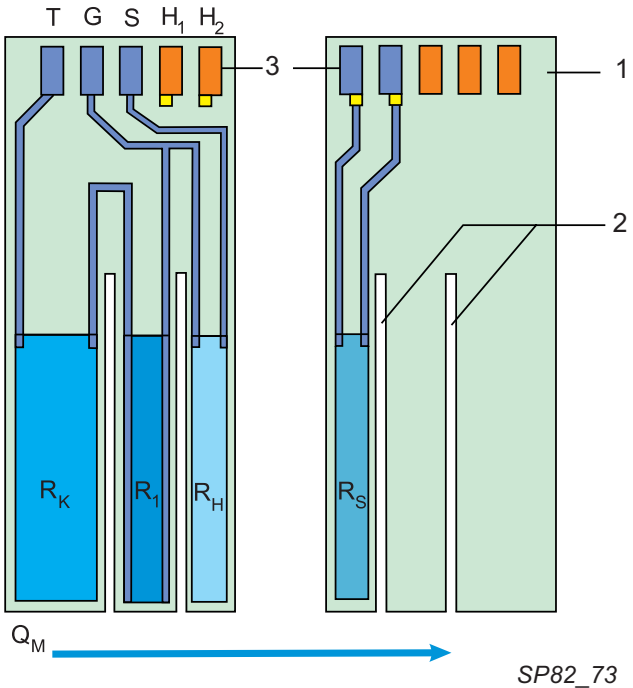
Aufbau und Funktionsprinzip

Die Temperatur des elektrisch geheizten Platinwiderstandes R_H wird durch den Resistor R_S gemessen. Das Heizelement und der Resistor für die Temperaturkompensation R_g sind durch einen Schlitz thermisch getrennt. Alle diese Resistoren befinden sich auf einem Siliziumplättchen. Das Funktionsprinzip ist ähnlich wie beim Geber HLM.



SP82_72

R_K	Geber für die Temperaturkompensation
R_H	Heizwiderstand
R_S	Sensorwiderstand
$R_{1,2,3}$	Widerstände der Brücke
U_M	Gemessene Spannung
I_H	Heizstrom
t_L	Lufttemperatur
Q_M	Luftströmung



SP82_73

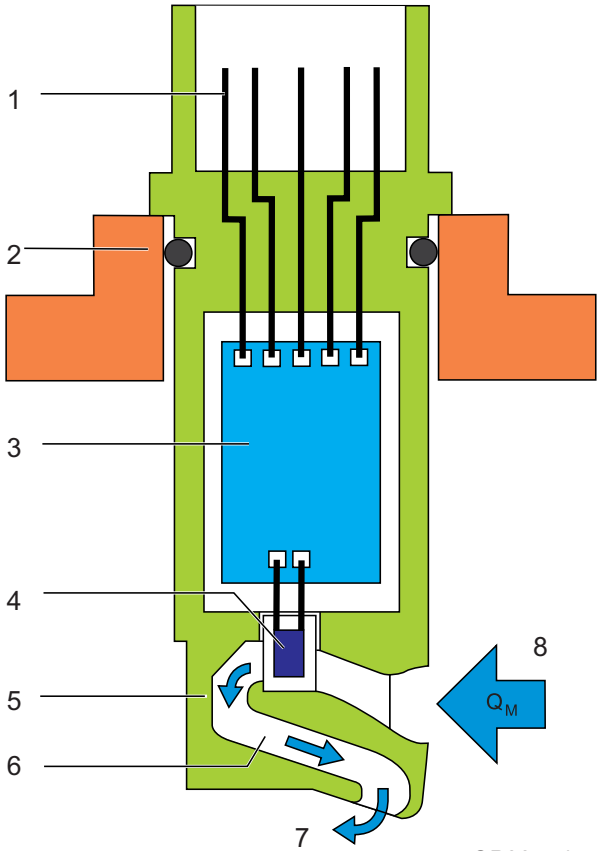
1	Keramisches Substrat
2	Zwei Verschnitte
3	Kontakte
R_K	Geber für die Temperaturkompensation
R_H	Heizwiderstand
R_S	Sensorwiderstand
R_1	Brückenwiderstand

Verwendung:
Der Heißfilm-Luftmassenmesser HFM2 befindet sich bei Benzinmotoren zwischen dem Luftreiniger und der Drosselklappe. Er misst den durch den Motor angesaugten Luftmassenstrom Q_M mit hoher Genauigkeit.

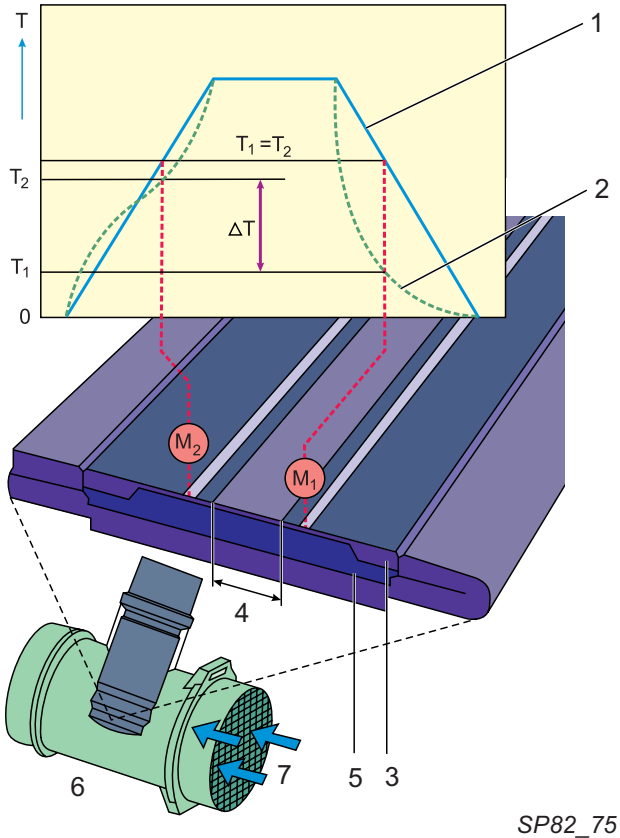
Heißfilm-Luftmassenmesser HFM5

Aufbau und Funktionsprinzip

Der Luftmassenmesser HFM5 ist in das Messrohr der Saugrohrleitung hinter dem Luftreiniger eingesetzt. Der Sensor besteht aus dem Glied (4), um welches die durch die Eintrittskammer (8) zugeführte Luft strömt, sowie aus der Auswertungselektronik (3). Die Messglieder sind auf dem Halbleitersubstrat und die Auswertungselektronik ist auf dem keramischen Substrat aufgedampft. Der Messkanal (6) hat eine solche Form, dass Wirbelströme verhindert werden, wodurch sich die Stabilität gegenüber pulsierenden Strömen verbessert. Dieser Geber erkennt als einziger Geber eine Rückströmung.



1 Elektrischer Anschluss (Konnektor)
2 Messrohr oder Verkleidungwand des Luftreinigers
3 Auswertungselektronik (Hybridschaltkreis)
4 Messglied des Gebers
5 Gehäuse des Gebers
6 Messkanal für den Teilstrom
7 Ausgang des gemessenen Teilstroms Q_M
8 Eingang des gemessenen Teilstroms Q_M



SP82_75

1	Temperaturprofil ohne Strömung
2	Temperaturprofil mit Strömung
3	Messglied des Gebers
4	Heizzone
5	Membrane des Gebers
6	Messrohr mit Luftmassenmesser
7	Ansaugluftstrom
$M_{1,2}$	Messpunkte
$T_{1,2}$	Temperaturwerte in den Messpunkten $M_{1,2}$
Δ_T	Temperaturdifferenz

Prinzip:

Der in der Mitte des Messgliedes (3) befindliche Widerstand erwärmt die mikromechanische Membrane des Gebers (5) und hält sie auf konstanter Temperatur. Außerhalb dieser geregelten Zone (4) sinkt die Temperatur.
Zwei Widerstände in den Punkten **M_1** und **M_2** tasten die Verteilung der Temperatur auf der Membrane ab. Im Ruhezustand sind die Temperaturen gleich (1). Wenn die Luft über dem Messglied strömt, ändern sich die Temperaturen (2), wobei auf der Ansaugseite der Verlauf aufgrund der Kühlung steiler und auf der anderen Seite fließender ist, da das Messglied die Luft erwärmt. Die Differenz der Temperaturen in den Punkten **M_1** und **M_2** ist zum Widerstand an den Resistoren proportional. Die entsprechende Spannung wird schließlich im Steuergerät auf den Wert des Luftmassenstroms (kg/h) gemäß der gespeicherten Charakteristik umgerechnet.

Verwendung:
Dieser Geber wird zur sehr genauen Messung des Teilluftstroms anhand der Gesamtströmung verwendet, die durch das Messrohr bzw. durch den Luftreiniger strömt. Änderungen der Temperatur der angesaugten Luft haben keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit.

Gemessene Größen, Messprinzipien

Die Konzentration des Stoffes gibt das Massenverhältnis der einzelnen Elemente oder der Gemische anderer Stoffe an. Der Konzentrationsmesser detektiert lediglich ein Element, ggf. einen Stoff, die sonstigen werden ignoriert. Bei Kraftwagen sind folgende Größen zu messen:

- Sauerstoffgehalt in den Abgasen
- Kohlenmonoxid- und Stickoxid-Gehalt
- Luftfeuchtigkeit bei Luftbremssystemen
- Feuchtigkeit der Außenluft
- Rußkonzentrationen in den Abgasen bei Dieselmotoren

Die Feuchtigkeit gibt allgemein den Wassergehalt in einem Stoff an. Im Falle gasförmiger Stoffe handelt es sich um Wasserdämpfe. Wird feuchtes Gas isobar gekühlt, erreicht es bei einer bestimmten Temperatur einen bestimmten Sättigungszustand. Diese Temperaturgrenze wird Taupunkt T genannt. Für das Messen der Feuchtigkeit wurden zwei Begriffe eingeführt:

Absolute Feuchtigkeit
Sie bringt die Masse des in der Volumeneinheit der Luft enthaltenen Wassers zum Ausdruck

$$\chi = \frac{m_W}{m_{tr}} = \frac{M_W}{M_{tr}} \bullet \frac{p_W}{p\text{-}p_w} \ (v\%)$$

m_w Masse des Wassers
m_s Masse des Wassers im Sättigungszustand
m_{tr} Masse des trockenen Gases

M_w molare Masse des Wassers
M_{tr} mittlere molare Masse des trockenen Gases

p Gesamtdruck des Gasgemisches
p_w Partialdruck der Wasserdämpfe

Relative Feuchtigkeit
Sie gibt das Verhältnis zwischen der Menge der Wasserdämpfe in der Luft und der Menge des gesättigten Dampfes bei gleicher Temperatur und gleichem Druck an.
Gesättigter Dampf ist ein Zustand, bei welchem die Anzahl der die Flüssigkeitsoberfläche verlassenden Moleküle gleich der Anzahl der (nach der Verflüssigung) zurückkehrenden Moleküle ist.

Für das Messen der Feuchtigkeit werden in der Automobilindustrie ausschließlich Widerstands- und kapazitive Sensoren verwendet.

Kapazitive Sensoren

Als Dielektrikum des Kondensators wird eine hygroskopische, Wasserdämpfe absorbierende Schicht verwendet, wobei eine der Elektroden diese Dämpfe durchlässt. Mit zunehmender Feuchtigkeit nimmt das Dielektrikum Wasser auf, indem sich die Kapazität des Sensors markant erhöht.

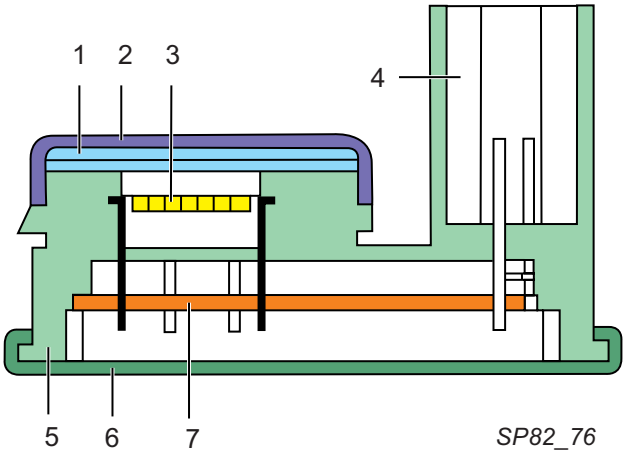
Widerstandssensoren

Zwischen dem Elektrodenpaar befindet sich hygroskopisches Salz, dessen Leitfähigkeit sich mit der *relativen Feuchtigkeit* wesentlich ändert. Diese Änderung des Widerstandes hängt sehr von der Temperatur ab, sodass eine Kompensation erfolgen muss. Wenn gleichzeitig die Temperatur gemessen wird, kann der Taupunkt und damit die *absolute Feuchtigkeit* bestimmt werden.

Sensoren für Luftgüte

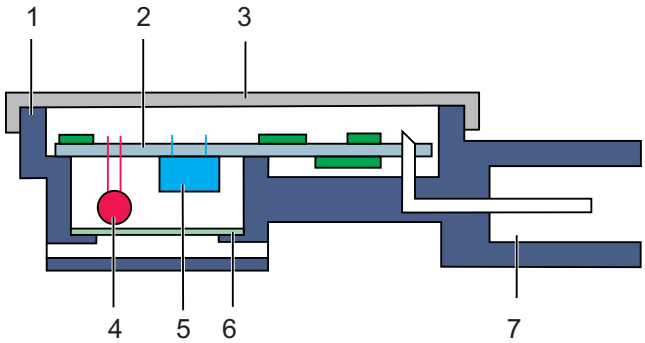
Aufbau und Art der Verwendung

Die Sensoren sind direkt in den Steuergeräten eingebaut und bestehen aus dickschichtigen Resistoren, die Zinnoxid enthalten. Durch die Strömung setzen sich hier die zu messenden Elemente ab und die Resistoren ändern markant ihren Widerstand. Das keramische Substrat, auf dem sich die Resistoren befinden, wird durch einen Leiter auf die Betriebstemperatur von 330°C erwärmt.
Sobald die Konzentration der Schadgase das Sicherheitslimit überschreitet, schließt das Steuergerät die Frischluftzufuhr.



SP82_76

1 Teflonmembrane
2 Haube (gasdurchlässig)
3 Messzelle NO_2/CO
4 Konnektor
5 Gehäuse
6 Deckel mit Dichtung
7 Platine



SP82_77

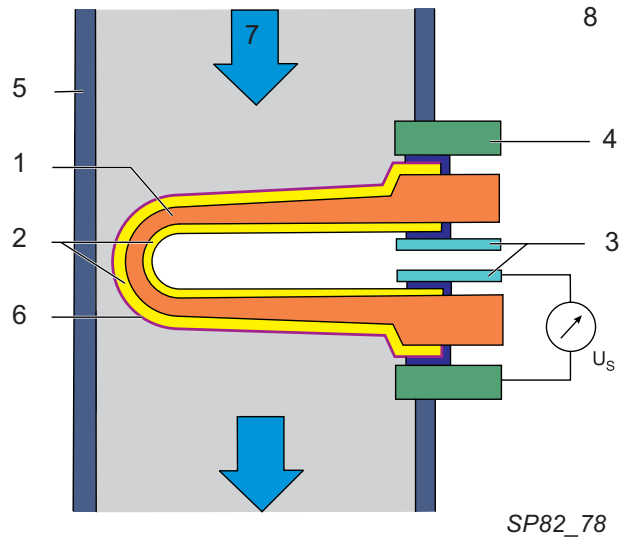
1 Gehäuse
2 Platine
3 Deckel mit Dichtung
4 Temperaturgeber
5 Feuchtigkeitsgeber
6 Teflonmembrane
7 Konnektor

Verwendung:
Diese Sensoren messen dauerhaft die Luftgüte im Eintrittsbereich der Lüftung. Sie reagieren auf die schädlichen Elemente der Abgase CO und NOx. Darüber hinaus werden sie zur Messung des Wasserdampfgehaltes in der Luft verwendet, um ein Beschlagen der Scheiben zu vermeiden.

Sprung-Lambdasonde

Stabsonden

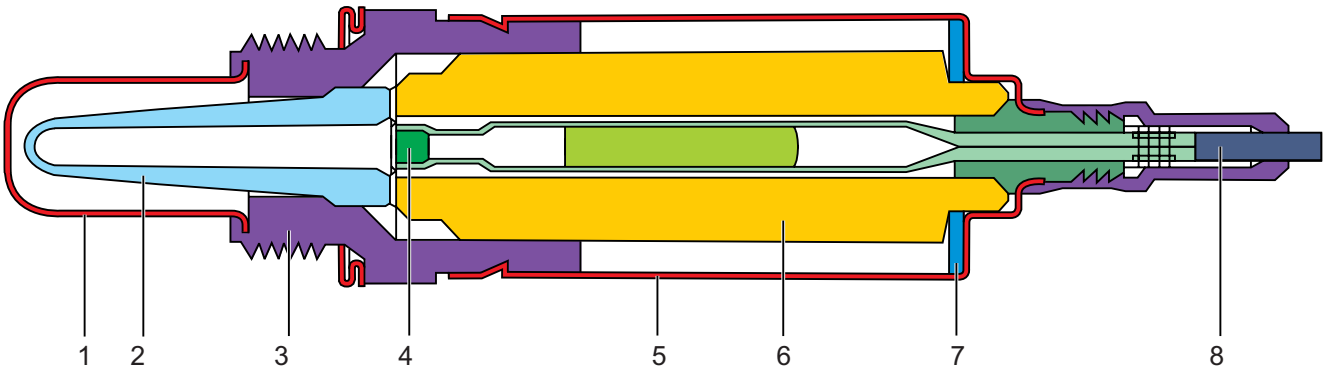
Der Elektrolyt besteht aus einem einseitig geschlossenen Keramikkörper, der kein Gas hindurch lässt. Die Oberfläche ist beiderseitig mit Elektroden aus einer porösen dünnen Platinschicht versehen. Die Elektrode an der Außenseite arbeitet wie ein kleiner Katalysator, wobei die zugeleiteten Abgase in das stöchiometrische Gleichgewicht gebracht werden (λ=1). Darüber hinaus ist auf der Seite der Abgase eine poröse Schutzschicht. Ein Metallröhrchen schützt den keramischen Körper vor einer mechanischen Beschädigung und vor Wärmeschocks. Im Innenraum befindet sich das Referenzgas.



SP82_78

1 Keramikkörper der Sonde
2 Elektroden
3 Kontakte
4 Berührung des Gehäuse
5 Abgaskrümmer
6 Keramische Schutzschicht
7 Abgase
8 Außenluft
U_s Spannung der Sonde

Unbeheizte Stabsonde LS21

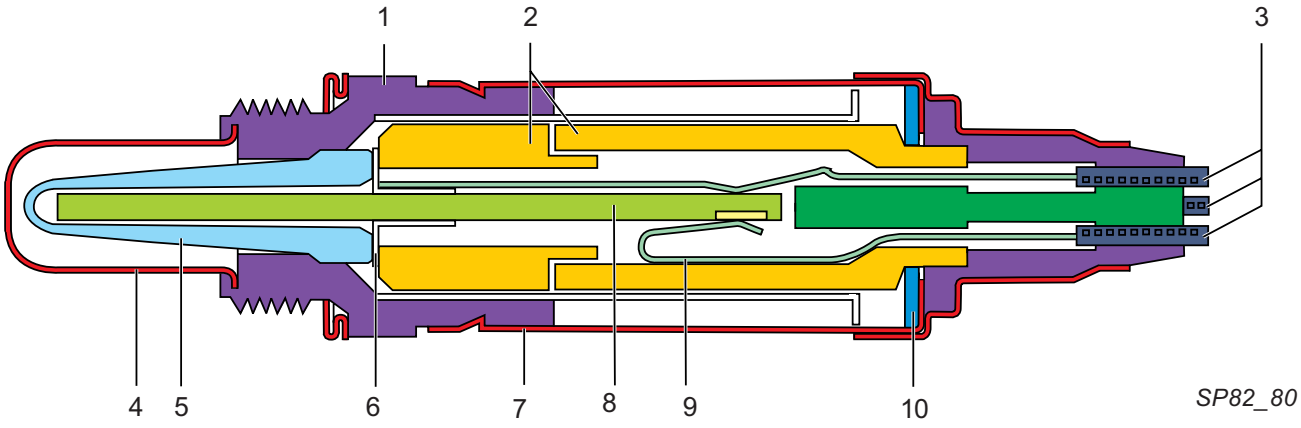


SP82_79

1 Schutzrohr
2 Aktive Sondenkeramik
3 Sondengehäuse
4 Anschlussteil
5 Schutzhülse
6 Keramisches Stützrohr
7 Tellerfeder
8 Anschlusskabel

Beheizte Stabsonde LSH24

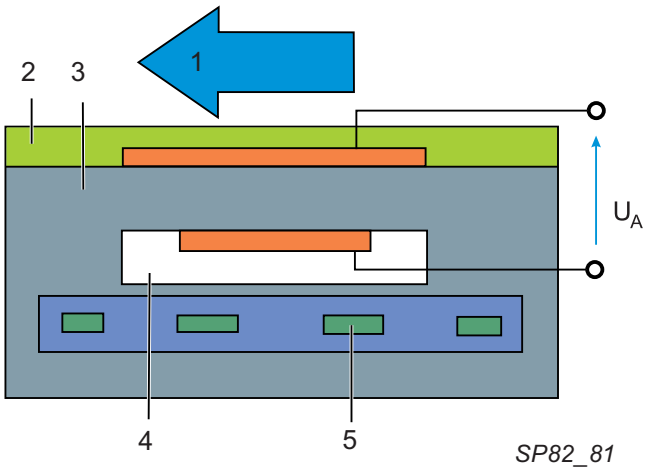
Bei dieser Sonde wird die Temperatur des Keramikkörpers bei geringer Belastung des Motors durch elektrisches Aufheizen und bei hoher Belastung durch die Temperatur der Abgase bestimmt. Diese Sonde kann auch in größerer Entfernung vom Motor installiert werden, wobei aufgrund der Erwärmung sehr rasch die Betriebstemperatur erzielt werden kann. Die Lambda-Regelung kann somit sofort nach dem Starten arbeiten.



1 Sondengehäuse
2 Keramisches Stützrohr
3 Anschlusskabel
4 Schutzrohr mit Schlitzen
5 Aktive Sondenkeramik
6 Kontaktteil
7 Schutzhülse
8 Heizelement
9 Anschlussklemmen
10 Tellerfeder

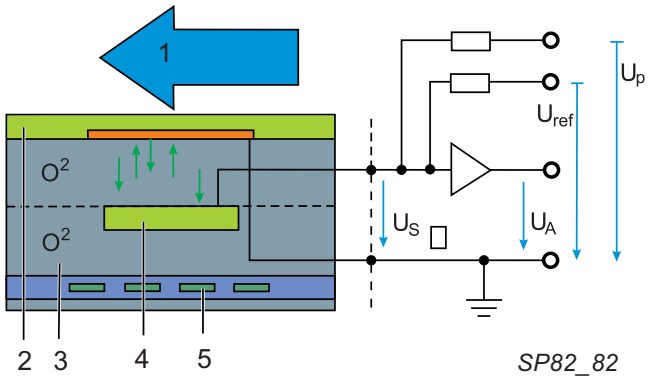
Planarsonden

Von ihrer Funktion her entsprechen sie den geheizten Stabsonden mit einer Sprungcharakteristik bei (λ=1). Der Elektrolyt besteht aus einzelnen, aufeinander laminierten keramischen Folien. Das planare keramische Element hat die Form einer langgezogenen Platte mit rechteckigem Querschnitt. Die poröse keramische Schicht dient als Schutz vor Erosion. Das Heizelement besteht aus einem Metallleiter, der in den keramischen Plättchen integriert ist. Innen befindet sich entweder ein Luftkanal (LSF4) oder eine Kammer mit Sauerstoff (LSF8).



Ausführung LSF4

1 Abgase
2 Poröser Keramikschutz
3 Messglied mit mikroporöser Edelmetallschicht
4 Referenzluftkanal
5 Heizelement
U_A Ausgangsspannung



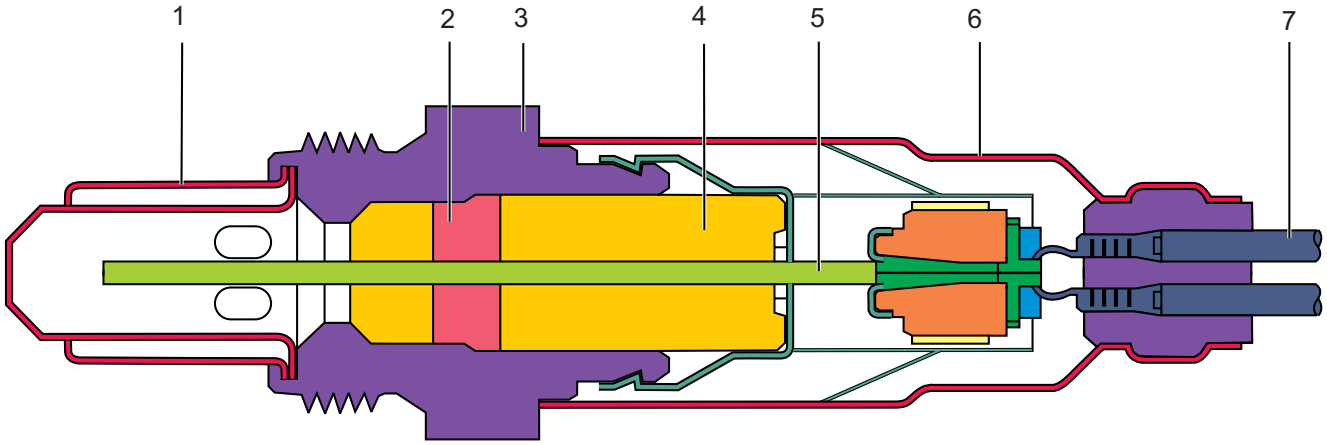
Ausführung LSF8

1	Abgase
2	Poröser Keramikschutz
3	Messglied mit mikroporöser Edelmetallschicht
4	Referenzkammer für O_2
5	Heizelement
U_A	Ausgangsspannung
U_S	Spannung der Sonde
U_P	Tankstelle
U_{Ref}	Referenzspannung

Funktionsprinzip

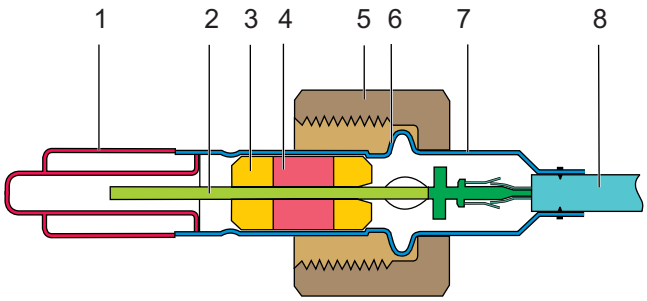
Das keramische Material wird ab 350°C für Sauerstoffionen leitend. Die Ladungen, die so aus dem Restsauerstoff in den Abgasen entstehen, werden durch die Außenelektrode abgeleitet und die Ladungen aus der Referenzkammer werden durch die Innenelektrode angeleitet. Zwischen ihnen entsteht dann eine elektrische Spannung, mittels welcher der Anteil des Sauerstoffs in den Abgasen wie auch das Verhältnis der angesaugten Luft und des Kraftstoffes bestimmt werden können.
Auch die Temperatur des Keramikkörpers beeinflusst die Leitfähigkeit der Sauerstoffionen und damit auch den Spannungsverlauf. Zu hohe Temperaturen verkürzen die Lebensdauer, sodass die Lambdasonde so positioniert werden muss, dass die Temperatur bei länger dauernder Vollbelastung 350°C nicht übersteigt.

Planare Lambdasonde LSF4



1	Schutzrohr
2	Keramische Dichtungsmasse
3	Sondengehäuse
4	Keramisches Stützrohr
5	Planares Messglied
6	Schutzhülse
7	Anschlusskabel

Planare Lambdasonde LSF8



SP82_84

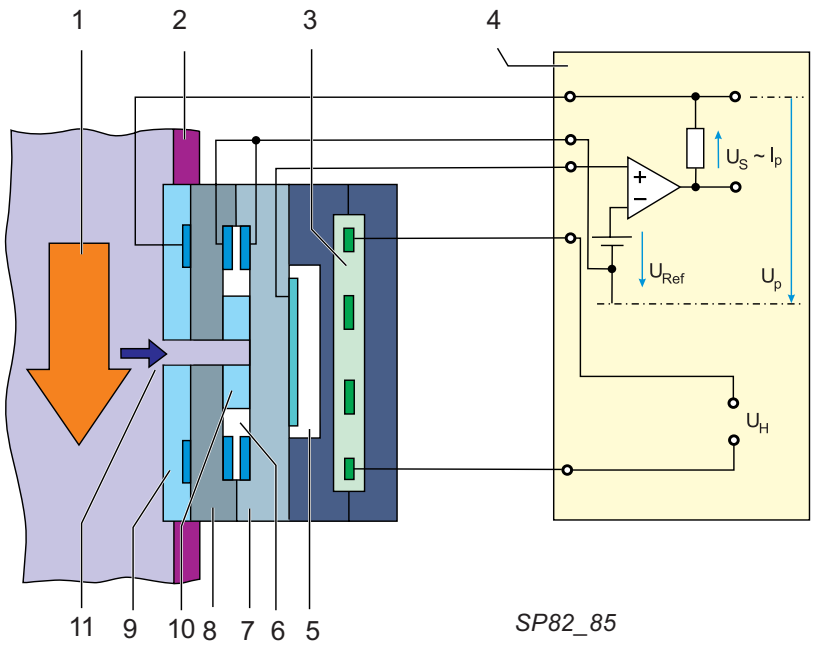
1 Schutzrohr
2 Planares Messglied
3 Isolierhülse
4 Keramische Dichtungsmasse
5 Überwurfmutter
6 Abdichtungsflansch
7 Sondengehäuse
8 Metallverkleidung

Verwendung:
Die Lambdasonden bestimmen die Sauerstoffkonzentration in den Abgasen und hieraus das Verhältnis von Luft und Kraftstoff bei Benzinmotoren mit einer Zweipunkt-Lambdaregelung. Der Koeffizient Lambda gibt dieses Verhältnis an. Sie reichen in den Abgaskrümmer und messen den Abgasstrom aus allen Zylindern. Ihre Funktion beruht auf dem Prinzip des Nernst´schen galvanischen Sauerstoffkonzentrationsgliedes mit einem Elektrolyten in festem Aggregatzustand. Die Zweipunktsonden geben ein Signal, ob sich in den Abgasen ein reiches (λ<1) oder ein armes Gemisch (λ>1) befindet.

Planare Breitband-Lambdasonde LSU4

Aufbau

LSU4 ist eine planare zweigliedrige Sonde, die das Prinzip des Grenzstroms nutzt. Das Messglied besteht aus Keramik und ist eine Kombination des Nernst´schen galvanischen Konzentrationsgliedes (7) (Zweipunkt-Lambda) und eines Sauerstoff-Umpumpgliedes (8). Zwischen beiden Gliedern befindet sich ein Kanal (6) mit einem Durchmesser von 10-50µm, in den die Abgase über eine Diffusionssperre (11) eintreten. Die Sperre begrenzt den Strom des Sauerstoffs aus den Abgasen. Um die Betriebstemperatur schnellstmöglich zu erreichen, ist in die Sonde ein Heizelement (3) integriert.



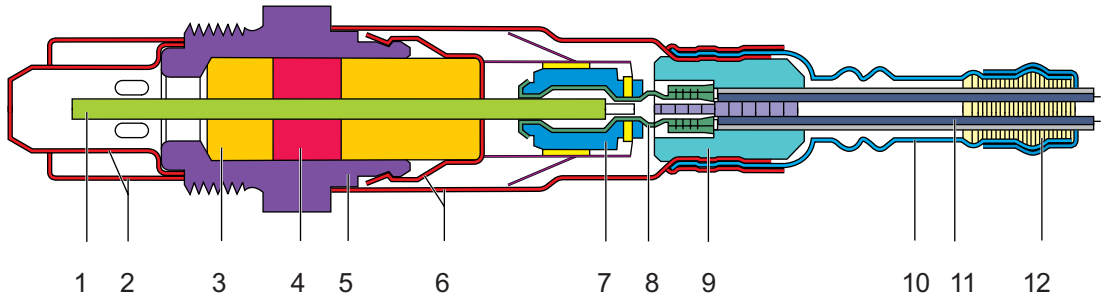
SP82_85

1 Abgase
2 Abgaskrümmer
3 Heizelement
4 Regelelektronik
5 Referenzkammer mit Referenzluftkanal
6 Diffusionskanal
7 Nernst-Konzentrationsglied
8 Sauerstoff-Pumpglied mit innerer und äußerer Elektrode
9 Porige Schutzschicht
10 Öffnung für den Eintritt der Gase
11 Porige Diffusionsbarriere

I_p Pumpstrom
U_P Pumpspannung
U_H Heizspannung
U_{Ref} Referenzspannung (450 mV, entspricht λ = 1)
U_S Spannung der Sonde

Funktionsprinzip

Um im Diffusionskanal den Koeffizienten des Luftüberschusses λ einstellen zu können, vergleicht das Nernst´sche Glied das Gas mit der Umgebungsluft im Referenzkanal.
Durch das Anschließen der Pumpspannung U_p an die Elektroden des Pumpgliedes kann der Sauerstoff aus den Abgasen in den Diffusionskanal oder umgekehrt umgepumpt werden. Das Nernst´sche Glied reguliert die Spannung U_p mittels der Elektronik so, dass das Gas im Diffusionskanal eine konstante Zusammensetzung mit dem Koeffizienten λ=1 hat. Bei armen Abgasen pumpt das Pumpglied den Sauerstoff aus dem Diffusionskanal hinaus in die Abgase und bei reichen Abgasen umgekehrt. Der Pumpstrom ist zur Sauerstoffkonzentration in den Abgasen direkt proportional und stellt das Maß für den Koeffizienten λ dar.



SP82_101

1	Messglied (Kombination des Nernst´schen Konzentrationsgliedes und des Sauerstoff-Umpumpgliedes)
2	Doppeltes Schutzrohr
3	Dichtungsring
4	Dichtungsmasse
5	Sondengehäuse
6	Schutzhülse
7	Kontakthalter
8	Anschlussklipps
9	PTFE-Tülle (Teflon)
10	PTFE-Formschlauch
11	Fünf Zuleitungskabel
12	Dichtung

Temperaturgeber

Gemessene Größen, Messprinzipien

Die Temperatur ist eine skalare Größe, die den Zustand des Mediums charakterisiert und vom Ort und der Zeit abhängig ist.

T = T (x, y, z, t)

x, y, z Raumkoordinaten
t Zeit
T Temperatur (°C, K)

Bei Gasen und Flüssigkeiten kann die Messung in allen Raumpunkten erfolgen. Bei festen Körpern wird lediglich an der Oberfläche gemessen. Die Temperatur wird entweder direkt gemessen, wobei ein enger Kontakt des Sensors mit dem zu messenden Medium besteht, oder indirekt, indem die abgestrahlte Energie genutzt wird. Der Sensor sollte gegenüber seiner Befestigung wärmeisoliert sein. Die Zeit, die der Sensor bei der Sprungänderung der Temperatur benötigt, um 90% des Endwertes anzuzeigen, ist durch die Zeitkonstante **t** gegeben. Diese Zeit ist von der Wärmekapazität des Sensors und vom Koeffizienten des Wärmeübergangs zum gemessenen Medium abhängig.
Die Zeitkonstante wächst mit der Quadratwurzel der Strömungsgeschwindigkeit des Mediums.
Beim Messen der Temperatur wird die Temperaturabhängigkeit der elektrischen Widerstandsmaterialien mit positivem (PTC) oder negativem (NTC) Wärmekoeffizienten genutzt.
Im Wagen werden folgende Temperaturen gemessen:

Gemessene Temperatur	Bereich
Ansaug-/Ladeluft	-40 ... 170
Umgebung	-40 ... 60
Kabine	-20 ... 80
Lüftungsluft / Heizung	-20 ... 60
Verdampfer (Klimaanlage)	-10 ... 50
Kühlflüssigkeit	-40 ... 130
Motoröl	-40 ... 170
Batterie	-40 ... 100
Kraftstoff	-40 ... 120
Reifenluft	-40 ... 120
Abgase	100 ... 1000
Bügel der Scheibenbremsen	-40 ... 2000

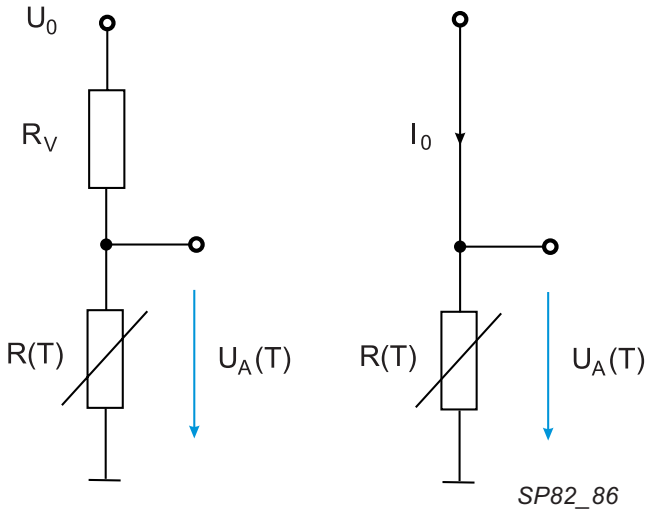
Temperaturkontaktmessung

Neben den Herstellungskosten werden hier auch Anforderungen an die Messmethoden gestellt, bei denen ein sehr erheblicher Temperatureffekt mit linearer Charakteristik vorausgesetzt wird.

Temperaturgeber

Widerstandssensoren

Elektrische Resistoren sind zweipolige Komponenten, deren Widerstand von der Temperatur abhängig ist. Um am Ausgang ein Analogsignal zu erzielen, wird der Schaltkreis durch einen festen Resistor R_V ergänzt, der bei einer bestimmten Temperatur T_0 den gleichen Widerstand wie der Messresistor hat.



SP82_86

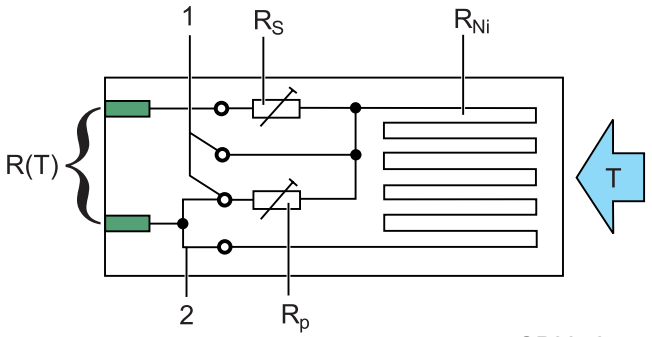
I_O Versorgungsstrom
U_O Versorgungsspannung
R_V Wärmeunabhängiger Widerstand
R(T) Wärmeunabhängiger Messwiderstand
UA(T) Ausgangsspannung

$$R_V = R\,(T_O)$$

$$U\,(T) = U_O \bullet \frac{R\,(T)}{R\,(T) + R_V}$$

oder die Geber werden mit einem konstanten Strom I_0 gespeist.

$$U\,(T) = I_O \bullet R\,(T)$$

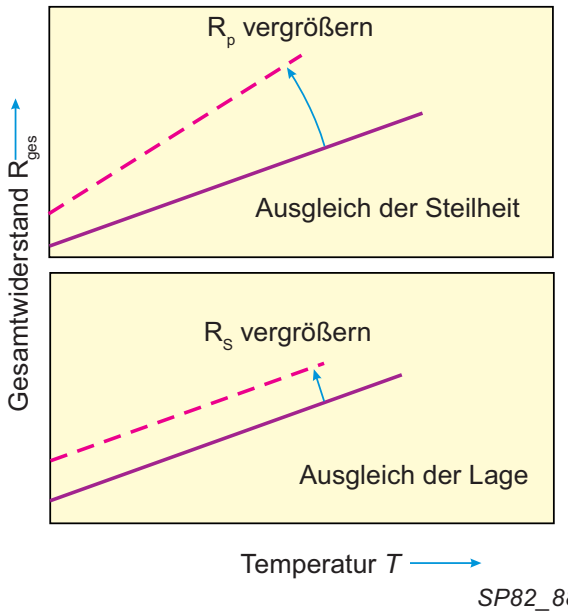


SP82_87

Widerstandssensor

Charakteristik des Sensors

1 Hilfskontakte
2 Steg
R_{Ni} Schichtwiderstand aus Nickel
$R_{ges}(T)$ Gesamtwiderstand in Bezug auf die Temperatur T
R_p Abgleichbarer Parallelwiderstand
R_s Abgleichbarer Reihenwiderstand



SP82_88

Die gemessenen Steuer- und Regelgrößen werden im Steuergerät in Signale umgewandelt, die zur Bedienung der Aktoren erforderlich sind. Diese Ausgangssignale können analog, digital oder pulsierend sein. Die Verarbeitung dieses Signals erfolgt nach entsprechenden Anpassungen wie Filtern, Verstärken des Signals, Impulsformung usw.

Bordcomputer, Steuergerät

Der Bordcomputer enthält das zentrale Steuergerät (CPU), das arithmetische und logische Operationen ausführt. Ferner umfasst er spezielle Funktionsmodule zur Messung und Auswertung externer Signale. Diese peripheren Module führen Teilaufgaben in Echtzeit aus, wodurch sich die CPU-Auslastung wesentlich verringert.

Arten der Ausgangssignale:
Digital - Abtasten der Schalterstellung oder digitaler Signale von Gebern (Hallgeber).
Analog - Signale von analogen Gebern (Lambdasonde, Druckgeber, Potenziometer)
Eingangs-Pulssignale - induktive Drehzahlgeber, ferner Umwandlung in digitales Signal

Ausgangssignale - durch Leistungsschalter und Verstärker werden diese Signale aus dem Bordcomputer auf ein Leistungsniveau verstärkt, das von den Aktoren gefordert wird.

Diagnostische Geräte

Mängel an den verfolgten Gebern, Sensoren und Aktoren werden im Mängelspeicher unter Angabe der Art des Mangels gespeichert. Die diagnostischen Geräte sind in der Lage, sie in Form eines Codes einzulesen und anschließend auszuwerten. Es werden folgende diagnostische Geräte verwendet:

- VAS 5051
- VAS 5051B
- VAS 5052
- VAS 5052A
- VAS 5053

VAS 5051



VAS 5051B



MOTORAUSSTATTUNG (gültig per 12/2009)

| Wagentyp | MOTOREN | | |

| | | |

Übersicht der Sensoren - MOTOR (gültig per 12/2009)

BESCHREIBUNG DES GEBERS																										
TYP	BEZEICHNUNG	CODE	37kW	40kW	44kW	47kW	51kW	77kW	44 kW	50kW	55kW	59kW	74kW	63kW	51kW	55kW	59kW	90kW	92kW	55kW	55kW	74kW	75kW
			1,0	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2 TSI	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4 TDI	1,4 TDI	1,4 TDI	1,4 TSI	1,4 TSI	1,6 - AEE	1,6 - 1AV	1,6	1,6
SN	**Geber für den Umgebungsdruck**	F96														●							
SN	Öltemperaturgeber	G8																					
SN	Kühlmitteltemperaturgeber	G27																					
SN	Motordrehzahlgeber	G28	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●
SN	Ladedruckgeber	G31						●									●	●	●				
SO	Lambdasonde vor Katalysator	G39	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●
SN	Hall-Drehzahlgeber	G40			●		●	●			●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CI	Ansauglufttemperaturgeber	G42			●		●	●			●	●		●			●	●	●	●	●	●	●
SN	Klopfsensor	G61	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●				●	●	●	●	●	●
CI	Kühlmitteltemperaturgeber	G62	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SN	Druckgeber der Klimaanlage	G65																					
SN	Klopfsensor	G66																					
SN	Drosselklappenpotenziometer	G69																		●			
CI	Saugrohrdruckgeber	G70													●	●	●				●	●	
CI	Saugrohrdruckgeber	G71	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●			●
CI	Saugrohrdruckgeber	G72	●	●		●	●		●	●	●		●		●	●							
SN	Gaspedalstellungsgeber	G79	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●
SN	Nadelhubgeber	G80																					
SN	Kraftstofftemperaturgeber	G81													●	●	●						
SN	Kühlmitteltemperaturgeber am Kühlerausgang	G83						●			●	●						●	●				
SN	Bremspedalstellungsgeber	G100						●															
SO	Lambdasonde 2 vor Katalysator	G108																					
SO	Lambdasonde nach Katalysator	G130	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●				●	●				●
SO	Lambdasonde 2 nach Katalysator	G131																					
SN	Regelschieberweggeber	G149																					
SN	Hallgeber für Nockenwellenstellung	G163	●	●		●			●	●	●		●										
SN	Kraftstoffvorratsgeber 2	G169																	●				
SN	Gaspedalstellungsgeber	G185	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●				●
SN	Winkelgeber für Drosselklappenantrieb	G187	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●				●
SN	Winkelgeber für Drosselklappenantrieb	G188	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●				●
SN	Drehwinkelsensor	G208																					
SN	Geber für Kraftstoffmangel	G210																					
SN	Regelventilstellungsgeber	G212				●					●						●						
SN	Abgaspositionsgeber 1	G235															●						
SN	Kraftstoffdruckgeber (niedriger Druck)	G247						●										●	●				
SN	Ölstands- und Öltemperaturgeber (WIW-Sensor)	G266		●	●	●	●	●			●	●		●	●	●	●	●	●				●
SO	Lambdasonde 3 nach Katalysator	G287																					
SN	Drucksensor für Bremskraftverstärkung	G294						●										●	●				
SN	NOx-Geber	G295																					
SN	Ansauglufttemperaturgeber 2	G299						●										●	●				
SN	Geber für Schaltsaugrohrposition	G336																					
SN	Kraftstoffdruckgeber (Hochdruck)	G410																					
SN	Abgastemperaturgeber 2	G448															●						
SN	Druckgeber 1 im Abgaskrümmer	G450															●						
SN	Kupplungspositionsgeber	G476						●				●						●	●				
SN	Abgastemperaturgeber 3	G495																					
SN	Additivstandgeber	G504																					
SN	Temperaturgeber vor Festpartikelfilter	G506																					
SN	Temperaturgeber vor Turbolader	G507																					
SN	Temperaturgeber des Ansaugrohrschalters 2	G513																					
SN	Temperaturgeber nach Festpartikelfilter	G527															●						
SN	Positionsgeber für Ladedrucksteller	G581																					
SN	Abgastemperaturgeber 4	G648																					

MOTOR

1,6	1,6	1,6 TDI CR	1,8	1,8 - AWT	1,8 - AGU	1,8	1,8	1,8 TSI	1,9 D	1,9 SDI	1,9 TDI	1,9 TDI - ATD	1,9 TDI - AVB	1,9 TDI	1,9 TDI	1,9 TDI (DPF)	1,9 TDI	1,9 TDI	1,9 TDI	2,0 - AZJ	2,0 - AZM	2,0 - AQY	2,0 FSI - BLX	2,0 FSI - BLR	2,0 FSI - BLY	2,0 TDI	2,0 TDI - BKD	2,0 TDI - BSS	2,0 TDI - BMP(DPF)	2,0 TDI CR	2,0 TDI CR	2,0 TSI	2,5 TDI	2,8	3,6 FSI V6
77kW	85kW	77kW	92kW	110kW	110kW	110kW	132kW	118kW	47kW	50kW	66kW	74kW	74kW	74kW	77kW	77kW	81kW	85kW	96kW	85kW	85kW	85kW	110kW	110kW	110kW	100 kW	103 kW	103 kW	103kW	103kW	125kW	147kW	114kW	142kW	191kW

Übersicht der Sensoren - GETRIEBE (gültig per 12/2009)

BESCHREIBUNG DES GEBERS		EINGLIEDERUNG					
		GETRIEBE					
BEZEICHNUNG	CODE	4° AUTO		5° AUTO	6° AUTO	6° AUTO	7° AUTO
		001	01 M	01 V	09 G	DSG - 02 E	DSG - 0AM
Geber für Geschwindigkeitsmesser	G22						
Motordrehzahlgeber	G28		●				
Getriebedrehzahlgeber	G38	●	●				
Geschwindigkeitsgeber	G68	●	●				
Gaspedalstellungsgeber	G79	●					
Ölvorratsgeber im Getriebe	G93	●	●	●	●	●	
Geber für Getriebeeingangsdrehzahl	G182			●	●	●	●
Gaspedalstellungsgeber 2	G185	●					
Winkelgeber 1 für Drosselklappenantrieb	G187	●					
Öldruckgeber 1 für Automatikgetriebe	G193					●	
Öldruckgeber 2 für Automatikgetriebe	G194					●	
Geber für Getriebeausgangsdrehzahl	G195			●	●	●	●
Geber 2 für Getriebeeingangsdrehzahl	G196					●	●
Hydraulikdruckgeber des Getriebes	G270						●
Weggeber 1 der Gangschaltung	G487					●	●
Weggeber 2 der Gangschaltung	G488					●	●
Weggeber 3 der Gangschaltung	G489					●	●
Weggeber 4 der Gangschaltung	G490					●	●
Geber 1 für Antriebswellendrehzahl	G501					●	
Geber 2 für Antriebswellendrehzahl	G502					●	
Öltemperaturgeber in der Lamellenkupplung	G509					●	
Temperaturgeber im Steuergerät	G510					●	●
Geber 2 für Getriebeeingangsdrehzahl	G612						●
Kupplungsweggeber 1	G617						●
Kupplungsweggeber 2	G618						●
Geber 1 für Getriebeeingangsdrehzahl	G632						●

Anmerkungen

Übersicht der bisher herausgegebenen Selbststudienprogramme

Nr.	Bezeichnung
1	Mono-Motronic
2	Zentralverriegelung
3	Autoalarm
4	Arbeit mit Schaltplänen
5	ŠKODA FELICIA
6	Sicherheit der Wagen ŠKODA
7	ABS - Grundlagen - wurde nicht herausgegeben
8	ABS - FELICIA
9	Startsicherungsanlage mit Transponder
10	Klimaanlage im Wagen
11	Klimaanlage FELICIA
12	Motor 1,6 - MPI 1AV
13	Vierzylinder-Dieselmotor
14	Servolenkung
15	ŠKODA OCTAVIA
16	Dieselmotor 1,9 l TDI
17	ŠKODA OCTAVIA System der Komfortelektronik
18	ŠKODA OCTAVIA Schaltgetriebe 02K, 02J
19	Benzinmotoren 1,6 l und 1,8 l
20	Automatikgetriebe - Grundlagen
21	Automatikgetriebe 01M
22	Dieselmotoren 1,9 l/50 kW SDI, 1,9 l/81 kW TDI
23	Benzinmotoren 1,8 l/110 kW und 1,8 l/92 kW
24	OCTAVIA, CAN-BUS
25	OCTAVIA - CLIMATRONIC
26	OCTAVIA - Sicherheit des Wagens
27	OCTAVIA - Motor 1,4 l/44 kW und Getriebe 002
28	OCTAVIA - ESP - Grundlagen, Konstruktion, Funktion
29	OCTAVIA 4 x 4 - Allradantrieb
30	Benzinmotoren 2,0 l 85 kW und 88 kW
31	Radionavigationssystem - Konstruktion und Funktionen
32	ŠKODA FABIA - Technische Informationen
33	ŠKODA FABIA - Elektrische Anlagen
34	ŠKODA FABIA - Elektrohydraulische Servolenkung
35	Benzinmotoren 1,4 l - 16 V 55/74 kW
36	ŠKODA FABIA - 1,9 l TDI Pumpe-Düse
37	Schaltgetriebe 02T und 002
38	ŠkodaOctavia; Modell 2001
39	Euro-On-Board-Diagnose
40	Automatikgetriebe 001
41	6-Gang-Getriebe 02M
42	**Škoda**Fabia - ESP
43	Abgasemissionen
44	Verlängerte Serviceintervalle
45	Dreizylinder-Benzinmotoren 1,2 l
46	**Škoda**Superb; Wagenpräsentation; Teil I
47	**Škoda**Superb; Wagenpräsentation; Teil II
48	**Škoda**Superb; Benzinmotor V6 2,8 l/142 kW
49	**Škoda**Superb; Dieselmotor V6 2,5 l/114 kW TDI
50	**Škoda**Superb; Automatikgetriebe 01V
51	Benzinmotor 2,0 l/85 kW mit Ausgleichswellen und zweistufigem Saugrohr
52	**Škoda**Fabia; Motor 1,4 l TDI mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem
53	**Škoda**Octavia; Wagenpräsentation
54	**Škoda**Octavia; Elektrische Komponenten
55	Benzinmotoren FSI; 2,0 l/110 kW und 1,6 l/85 kW
56	Automatikgetriebe DSG-02E
57	Dieselmotor; 2,0 l/103 kW TDI mit Pumpe-Düse-Einheiten, 2,0 l/100 kW TDI mit Pumpe-Düse-Einheiten
58	**Škoda**Octavia, Fahrgestell und elektromechanische Servolenkung
59	**Škoda**Octavia RS, Motor 2,0 l/147 kW FSI Turbo
60	Dieselmotor 2,0 l/103 kW 2V TDI; Partikelfilter mit Additiv
61	Radionavigationssysteme in Wagen **Škoda**
62	**Škoda**Roomster; Wagenpräsentation I. Teil
63	**Škoda**Roomster; Wagenpräsentation II. Teil
64	**Škoda**Fabia II; Wagenpräsentation
65	**Škoda**Superb II; Wagenpräsentation I. Teil
66	**Škoda**Superb II; Wagenpräsentation II. Teil
67	Dieselmotor; 2,0 l/125 kW TDI mit Common-Rail-Einspritzsystem
68	Benzinmotor 1,4 l/92 kW TSI mit Turbolader
69	Benzinmotor 3,6 l/191 kW FSI
70	Allradantrieb mit Haldex-Kupplung IV. Generation
71	**Škoda**Yeti; Wagenpräsentation I. Teil
72	**Škoda**Yeti; Wagenpräsentation II. Teil
73	LPG-System in Wagen Škoda
74	Benzinmotor 1,2 l/77 kW TSI mit Turbolader
75	7-Gang-Automatikgetriebe mit doppelter Kupplung 0AM
76	Wagen Green Line
77	Geometrie
78	Passive Sicherheit
79	Zusatzheizung
80	Dieselmotoren 2,0 l; 1,6 l; 1,2 l mit Common-Rail-Einspritzsystem
81	Bluetooth in Wagen Škoda
82	Sensoren in Wagen Škoda – Triebwerk

Nur für den internen Bedarf im Servicenetz von ŠKODA.
Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten.
S00.2002.82.00 DE Technischer Stand 11/2010
© ŠKODA AUTO a.s. https://portal.skoda-auto.com

Dieses Papier wurde aus chlorfrei gebleichter Zellulose hergestellt.