

Zusatzinformationen zu Elektrowiderständen

Sensoren

Das Thema "Sensoren" sprengt den Rahmen des Stoffbereiches für die Sekundarstufe I und wird daher z. B. für interessierte AGs oder für Referate empfohlen. Dazu erfolgt nun ein Überblick über die derzeit verwendeten Sensoren im Automobilbau. Weitere Informationen zum Thema Sensoren und zu den aufgeführten speziellen Begriffen sind u. a. in der unten angegebenen Fachliteratur zu finden. Es ginge zu weit, an dieser Stelle weitere Details zu bringen.

Was ist ein Sensor?

Ein Sensor setzt eine physikalische oder chemische Größe F , die meist selbst noch keine elektrische Größe ist, in eine elektrische Größe E um, wobei er u. U. mehrere Störgrößen $Y_1, Y_2, Y_3 \dots$ berücksichtigt:

$$E = f(F, Y_1, Y_2, Y_3 \dots)$$

Diese Umsetzung kann auch über weitere nicht-elektrische Zwischenstufen geschehen. Als elektrische Größe E werden nicht nur die üblichen Größen Strom oder Spannung akzeptiert, sondern im Hinblick auf die heutige computerisierte Weiterverarbeitung der Signale im Fahrzeug auch

- Strom- und Spannungsamplituden
- Frequenz
- Periode
- Phase und Pulsdauer einer elektrischen Schwingung
- Widerstand
- Kapazität
- Induktivität

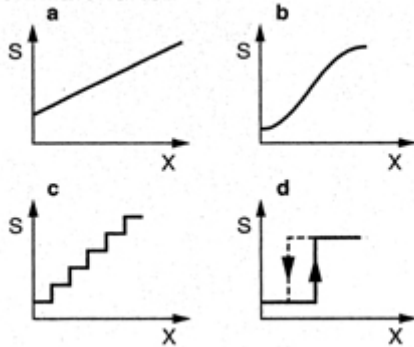
Unterscheidung nach Einsatzzweck:

- Funktionelle Sensoren (Steuerungs- und Regelungsaufgaben)
- Sicherheitssensoren (Fahrzeugsicherheit und Diebstahlschutz)
- Überwachungssensoren (Überwachung von Verbrauchs- und Verschleißgrößen; Fahrer- und Beifahrerinformation)

Unterscheidung nach Kennlinienart:

- Stetig lineare Kennlinie
- Stetig nicht-lineare Kennlinie
- Unstetig zweistufige Kennlinie (mit und ohne Hysterese)
- Unstetig mehrstufige Kennlinie

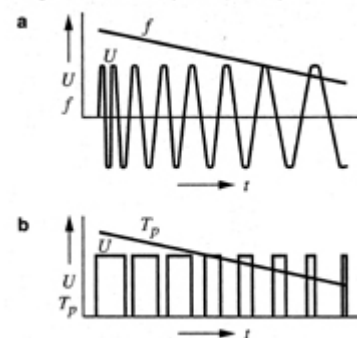
Kennlinienarten



Unterscheidung nach Ausgangssignal:

- Ausgangssignal ist analog (etwa zu einem Strom oder einer Spannung, zu einer Frequenz oder zu einer Pulsdauer)
- Ausgangssignal ist diskret, z. B.
 - zweistufig (binär codiert)
 - mehrstufig ungleich gestuft (analog codiert)
 - mehrstufig äquidistant (in gleichen Abständen) gestuft; analog oder digital codiert)
- Abgabe des Ausgangssignals
 - ständig
 - nur zu bestimmten Zeitpunkten

Signalformen (Beispiele)



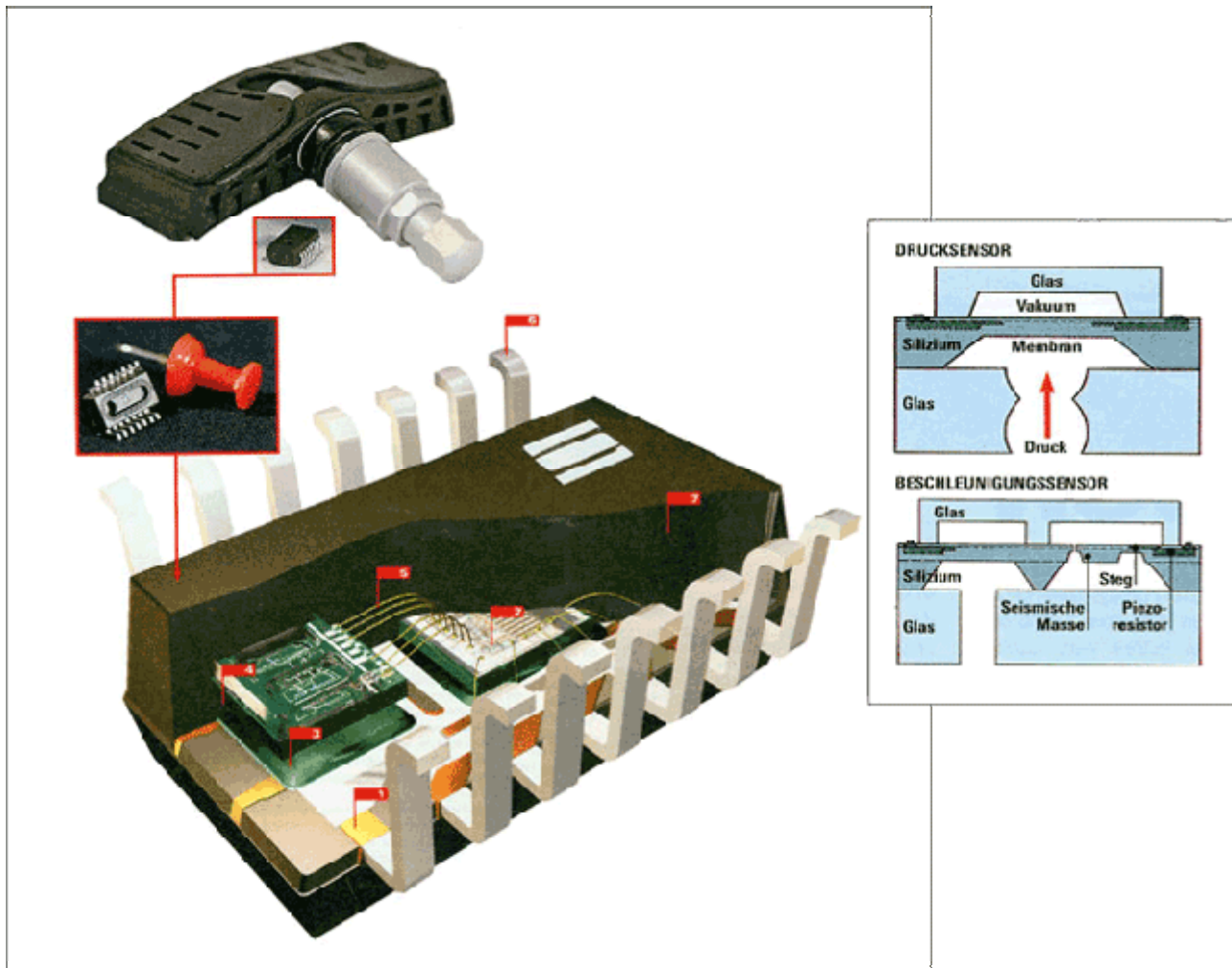
Unterscheidung nach Art der Messgröße:

1. Positionssensoren (Messgröße: Weg oder Winkel):

Messprinzipien:

- a. mittels Potentiometer - herkömmliches Prinzip; vergleiche etwa "Elektrizität/Widerstand" mit dem Beispiel des "klassischen" Tankgebers; weitere "klassische" Beispiele: Stauscheiben-Potentiometer bei der KE- und L-Jetronic (Bosch), Drosselklappenwinkel-Sensor bei der M-Motronic (Bosch), Fahrpedalsensor (bei Systemen ohne herkömmliche direkte mechanische Kopplung von Fahrpedal zum Motor)
- b. magnetisch induktive Sensoren
 - Wirbelstromsensoren
 - Kurzschlussringsensoren
 - Tauchankersensoren
- c. magnetostatische Sensoren
 - "Galvanomagnetische Sensoren"
 - Hall-Schalter
 - "Spinning-Current-Sensoren"
 - "Differenzial-Hall-Sensoren"
 - "Hall-Winkel-Sensor"("Movable Magnet")
 - bis 180 Grad
 - über 180 Grad (anderer Aufbau)
 - "Feldplatten-Differenzial-Sensoren"; Anwendung auch bei der Drehzahlmessung

- Magneto-resistive "Ni-Fe-Dünnschichtsensoren"; AMR-Prinzip = Anisotrop Magneto Resistive; Anwendung: sehr genaue Lenkwinkelerfassung
 - Magneto-resistive Sensoren in Nanotechnologie; GMR-Prinzip = Giant Magneto Resistive; Eindeutige Winkelmessung auch über 360 Grad
 - "Kompass-Sensoren" (Erdfeldsonden); verwendet beim Navigationssystem
- d. Wellenausbreitungs-Sensoren
- Akustische Sensoren (Ultraschall); für Abstandsmessungen zu Hindernissen und vorausfahrenden Fahrzeugen
 - Elektromagnetische Sensoren (RADAR); für Abstandsmessungen vorzugsweise zu vorausfahrenden Fahrzeugen (sogar mehreren!)



2. Drehzahl- und Geschwindigkeitssensoren (Messgröße: Winkel bzw. Weg/Zeit)
 Messprinzipien:

- a. herkömmliche Sensoren: magn. Induktion (vergleiche 1.b); keine weitere Elektronik im Sensor erforderlich; z. B.: induktive Drehzahlsensoren an der Kurbelwelle oder an der Nockenwelle), induktiver Raddrehzahlsensor, Nadelbewegungssensor (Diseleinspritzdüse)
- b. modernere Sensoren: Magnetostatik (vergleiche 1.c); mit elektronischer Verstärkung oder Aufbereitung im Sensor;
 - o Hall-Effekt
 - o "Gradienten-Sensoren"
 - Differenzial-Hall-Sensoren
 - Differenzial-Feldplatten-Sensoren
 - o Tangential-Sensoren
 - o "Giant magnetoresistive Elemente" (= GMR-Elemente)
- c. Ausnutzung der Corioliskraft bzw. Coriolisbeschleunigung zusammen mit dem Piezoeffekt bei Schwingungsgyrometern; verwendet bei Fahrzeug-Navigationssystemen
- d. Ausnutzung des Doppler-Effekts bei speziellen Radar-Sensoren für die Messung langsamer Fahrgeschwindigkeiten bei Ackerschleppern

3. Beschleunigungs- und Vibrationssensoren (Messgröße: Beschleunigung)

Messprinzipien:

- a. Messung eines Weges
 - o rein "ausschlagmessend"
 - o "lagegeregelte Systeme"
- b. Messung einer Spannung mittels Piezoeffekt; z. B. Hall-Beschleunigungssensoren; Klopfensoren

4. Drucksensoren (Messgröße: Drücke aller Art)

Messprinzipien:

- a. Direkte Druckmessung
- b. Einsatz einer Membran als mechanische Zwischenstufe
 - o mit Dehnwiderständen
 - o mit DMS-Abgriff (Dehn-Mess-Streifen)
 - o mit kapazitivem Abgriff

5. Kraft- bzw. Drehmomentsensoren (Messgröße: meistens Kraft, speziell auch berührungslose Messung von Drehmomenten)

Messprinzipien:

- a. bei Kraftsensoren:
 - o "Magnetoelastisches Prinzip"
 - o DMS-Prinzip (Dehnwiderstände) (vergleiche 4.b.1)
 - o Prinzip der "orthogonal gedrückten Widerstände"; z. B. - "Sitzmattensensor" bzw. "Platzbelegungssensor" (wichtig für Nichtauslösung des Airbags bei freiem Beifahrersitz oder die Erkennung eines dort vorhandenen Kindersitzes); magnetoelastischer Bremskraftsensor
- b. bei Drehmomentsensoren:

- Messung einer Spannung mit DMS-Prinzip
- Messung eines Winkels:
 - Winkeldifferenzmessende Sensoren
 - Wirbelstromsensoren

6. Durchflussmesser für Kraftstoff bzw. Luft (Messgröße: "Menge" (= Volumen oder Masse))

(Hinweis: Die Produktion von Durchflussmessern für Kraftstoff ist ausgelaufen.)

Messprinzipien:

- a. Staudruckprinzip - Feste Messblenden in Ring- oder Scheibenform oder variabel ("Stauklappen"); zusätzlich genutzt: Potentiometerprinzip, z. B. Stauklappenluftmengenmesser LMM" (Bosch)
- b. "Hitzdraht/Heißfilm-Anemometer"; z. B. "Hitzdrahtluftmassenmesser HLM" und "Heißfilmluftmassenmesser HMF5" (Bosch)

7. Gassensoren, Konzentrationssensoren

Messgrößen: verschiedenster Art, so zum Beispiel:

- Sauerstoffgehalt im Abgas (Lambdasonden); Verbrennungsregelung; Katalysatorüberwachung
- Kohlenmonoxid- und Stickoxydgehalt sowie Luftfeuchte im Innenraum (Luftgüte; Beschlagen der Fenster)
- Feuchte der Außenluft (Glatteiswarner)
- Rußkonzentration im Dieselabgas (noch nicht serienreif)
- Luftfeuchte im Druckluftbremssystem (LKW) Messprinzipien: bei Lambdasonden:
 - . Zweipunkt-Lambdasonden:
 - Fingersonden
 - unbeheizte Fingersonde
 - beheizte Fingersonde
 - Planare Lambdasonden; Prinzip: "galvanische Sauerstoffkonzentrationszelle mit Festkörperelektrolyt"
 - a. Planare "Breitband-Lambdasonde"

8. Temperatursensoren (Messgröße: Temperatur)

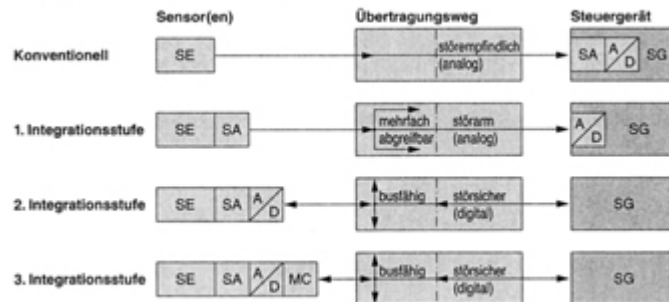
Messprinzipien:

- Messung mit Berührung des Objekts: Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands (PTC- und NTC-Widerstände)
- berührungslose Messung: Strahlungsmessung; Beispiele: Sensoren für Motortemperatur, Öltemperatur, Ansauglufttemperatur, Kraftstofftemperatur beim Diesel; Sensor zur Innenraumtemperaturregelung; Abgashochtemperatur-Sensor

Integrationsstufen: (gilt für sämtliche Sensortypen)

Je nach dem gesamten Fahrzeugkonzept können innerhalb des - äußerlich als Baugruppe erkennbaren - "Sensors" dem eigentlichen Sensorteil weitere Stufen folgen. Diese können der Signalaufbereitung, der Analog-Digital-Wandlung sowie der Selbstkalibrierung dienen; es kann sogar ein Mikrocomputer gleich mit eingebaut sein.

Integrationsstufen von Sensoren



Fazit: Der hier gegebene Gesamtüberblick macht deutlich, dass die meisten Sensoren die Inhalte laut Richtlinien für die Sekundarstufe I vorgesehenen überschreiten; einige folgen Prinzipien, die selbst in Sekundarstufe II im Physikunterricht nicht angesprochen werden. Vielleicht ergibt sich aber für die Facharbeiten in der Oberstufe ein Thema aus diesem Bereich.

Literatur:

- "Sensoren im Kraftfahrzeug", Gelbe Reihe der Robert Bosch GmbH, Ausgabe 2001, umfassender Überblick über den Stand der Sensorentechnik im Herausgabejahr auf 148 DIN A4-Seiten
- "Sensorsysteme für das Auto", Band 175 aus der Reihe "Die Bibliothek der Technik", Verlag "moderne industrie", Landsberg/Lech, 1998, informativer Überblick in einem handlichen Bändchen von 70 Seiten