

4 Sensoren

Sensoren sind wichtige Bauelemente in der Mechatronik. Sie erfassen nicht elektrische Signale und wandeln sie in elektrische Signale um, die dann zur Steuerung und Regelung mechatronischer Systeme elektronisch weiterverarbeitet werden können (s. Tabelle 4.1).

4.1 Grundbegriffe

Die Sensorik als eigenständiges Fachgebiet entwickelt Sensoren zur messtechnischen Erfassung von statischen oder zeitvariablen elektrischen und nicht elektrischen Signalformen.

4.1.1 Signalformen

Bild 4.1 zeigt ein elektrisches Sensorausgangssignal. Der Signalträger kann eine elektrische Spannung oder ein elektrischer Strom sein. Der Informationsparameter kann die Amplitude oder die Frequenz eines Spannungs- oder Stromsignals sein. Man unterscheidet folgende Signalarten.

□ Deterministische Signale

Deterministische Signale sind kontinuierliche analoge Signale. Man unterscheidet

- statische Signale (Bild 4.2),
- dynamische Signale (Bild 4.3),
- Signalgemische (Bild 4.4). Sie sind Überlagerungen statischer und dynamischer Signale.

□ Diskrete Signale

Diskrete Signale sind wertemäßig quantisierte Signale. Man unterscheidet

- amplitudenquantisierte Signale (Bild 4.5),
- amplituden- und zeitquantisierte Signale (Bild 4.6),
- digitale Signale, d.h. nur zeitquantisierte Signale (Bild 4.7).

Tabelle 4.1 Übersichtsblatt Sensoren

Sensoren (S)	resistive Sensoren	reaktive Sensoren		spannungsabgebende Sensoren	stromsteuernde Sensoren	ladungstrennende Sensoren	oszillatorische Sensoren
		R	L				
Ausgangsgröße x_a Eingangsgröße x_e							
Position (Weg, Winkel)	lineare Potentiometer, Winkelpotentiometer, magnetoresistive S.	induktive Wegsensoren, magnetoinduktive S.	kapazitive Wegsensoren	Differential-Transformatoren, optoelektronische Sensoren, Magnetfeldsensoren	optoelektronische Sensoren (Fotodioden, Fototransistoren)		
Kraft	piezoresistive Kraftsensoren	induktive Kraftsensoren, DMS-Kraftmessdosen, magnetoelastische Kraftsensoren	kapazitive Kraftsensoren	magnetoelastischer Transformator		piezoelektrische Kraftsensoren	Schwingquarze, Schwingsaiten
Temperatur	thermoresistive Sensoren			Thermoelemente, Dioden, Transistoren			Schwingquarze, Schwingsaiten
Druck	piezoresistive Drucksensoren	induktive Drucksensoren, magnetoelastische Drucksensoren	kapazitive Drucksensoren	optoelektronische Drucksensoren, magnetoelastische Drucksensoren, Magnetfeld-Drucksensoren	optoelektronische Drucksensoren (Fotodioden, Fototransistoren)	piezoelektrische Drucksensoren	Schwingquarze
Drehzahl	magnetoresistive Drehzahlsensoren	induktive Drehzahlsensoren, magnetoinduktive Drehzahlsensoren		Pick-up-Magnetfeld-Drehzahlsensoren, optoelektronische Sensoren	optoelektronische Drehzahlsensoren		
Drehmoment	DMS-Drehmomentensensoren	impulsinduktive Drehmomentensensoren, magnetoelastische Drehmomentensensoren		magnetoelastische Drehmomentensensoren (transformatorisch)		Piezoelektrische Drehmomentensensoren	
Konzentration	konzentrationsresistive Sensoren		kapazitive Sensoren	MOSFET, elektrochemische Zelle			Quarze
Geschwindigkeit		induktive Geschwindigkeitssensoren		Tachogenerator, Magnetfeld-Geschwindigkeitssensoren	optoelektronische Geschwindigkeitssensoren		
Beschleunigung	piezoresistive Beschleunigungssensoren	induktive Beschleunigungssensoren	kapazitive Beschleunigungssensoren	Induktions-Beschleunigungssensoren	optoelektronische Beschleunigungssensoren	piezoelektrische Beschleunigungssensoren	

Signal x_e

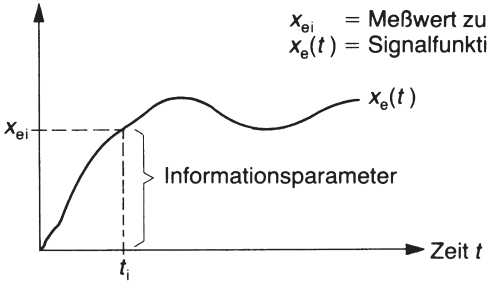


Bild 4.1 Zeitverlauf eines Signals

Signal x_e

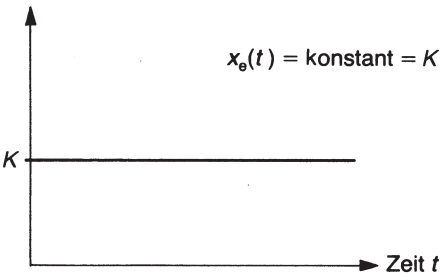


Bild 4.2 Statisches Signal

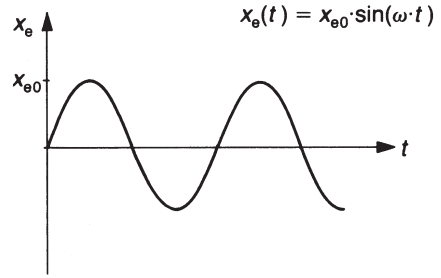


Bild 4.3 Dynamisches Signal

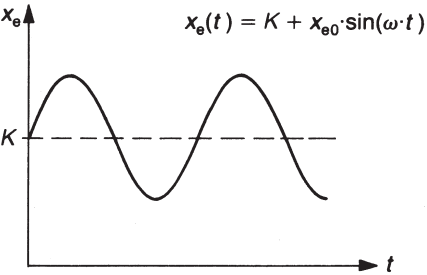


Bild 4.4 Signalgemisch

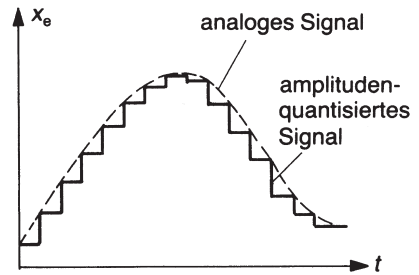


Bild 4.5 Amplitudenquantisiertes Signal

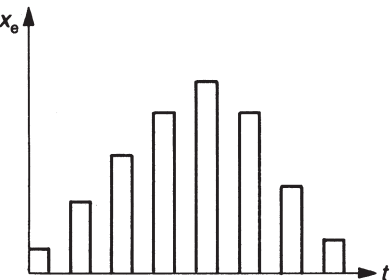


Bild 4.6 Amplituden und zeitquantisiertes Signal

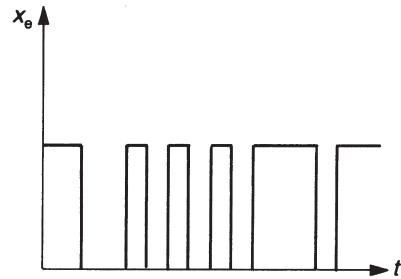


Bild 4.7 Digitales Signal

❑ **Stochastische Signale**

Stochastische Signale haben einen regellosen zufällig schwankenden Verlauf (z.B. Rauschen).

❑ **Signalgemische**

Signalgemische sind Überlagerungen aus deterministischen und stochastischen Signalen.

4.1.2 Vom Elementarsensor zum Sensorsystem

Man unterscheidet folgende Baueinheiten mit unterschiedlicher technischer Komplexität:

❑ **Messwertaufnehmer (Elementarsensor, Bild 4.8)**

Der Messwertaufnehmer (z.B. DMS-Kraftaufnehmer) besteht aus einem mechanischen Umsetzelement (z.B. Biegebalken) und einem elektrischen Sensorelement (z.B. DMS). Das mechanische Umsetzelement wandelt die zu messende mechanische Größe (z.B. mechanische Kraft) in eine andere mechanische Größe (z.B. mechanische Dehnung). Das Sensorelement ist physikalisch mit dem Umsetzelement gekoppelt (d.h., der DMS wird an der Stelle maximaler mechanische Spannung auf dem Biegebalken appliziert) und wandelt so die mechanische Größe (z.B. mechanische Dehnung) in eine elektrische Größe (z.B. elektrische Widerstandsänderung).

❑ **Sensor (Bild 4.9)**

Er besteht aus dem Messwertaufnehmer (z.B. DMS-Kraftaufnehmer) und einer elektronischen Signalanpassung (z.B. DMS-Brückenschaltung mit DC-Differenzverstärker).

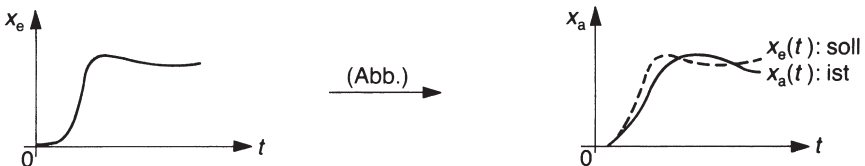
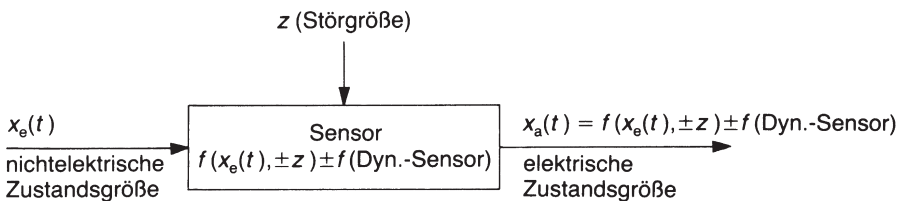


Bild 4.8 Funktion des Sensors