
Inhaltsverzeichnis

1	Sensoren – Sinnesorgane der Technik	1
1.1	Was sind Sensoren?	1
1.2	Einteilung und Begriffe	8
1.3	Aufgaben und nutzbare Effekte	15
1.4	Einsatz und Auswahl	19
	Literatur	23
2	Sensoren zur Positionserfassung	25
2.1	Elektromechanische und elektrische Positionserfassung	25
2.2	Pneumatische Positionserfassung	29
2.3	Induktive Positionserfassung	34
2.4	Kapazitive Positionserfassung	46
2.5	Magnetinduktive Positionserfassung	52
2.5.1	Hallsensor	52
2.5.2	Magnetschalter	56
2.5.3	Magnetisch steuerbare Widerstände	60
2.6	Positionserfassung mit Ultraschall	66
2.7	Optoelektronische Positionserfassung	74
2.7.1	Allgemeine Grundlagen	74
2.7.2	Einweg-Lichtschranke	83
2.7.3	Reflexlichtschranke	89
2.7.4	Reflexlichttaster	93
2.7.5	Lichtgitter	100
2.7.6	Faseroptische Sensoren	107
2.7.7	Positionsempfindliche Fotoelemente	112
2.7.8	Unterscheidung farbiger Objekte	115
2.7.9	Lasersensoren	119
2.8	Positionserfassung mit Mikrowellen	130
2.9	Positionserfassung mit Kernstrahlung	132
2.10	Füll- und Grenzstandsmessung	134
2.10.1	Allgemeine Grundlagen	135

2.10.2	Optische Füllhöhenbestimmung	136
2.10.3	Füllhöhenbestimmung mit Schwimmern	138
2.10.4	Elektromechanische Füllhöhenbestimmung	141
2.10.5	Druckabhängige Füllhöhenbestimmung	143
2.10.6	Konduktive Füllhöhenbestimmung	146
2.10.7	Kapazitive Füllhöhenbestimmung	147
2.10.8	Absorptionsabhängige Füllhöhenbestimmung	150
2.10.9	Reflexionsabhängige Füllhöhenbestimmung	151
2.10.10	Kalorimetrische Füllstandserfassung	156
2.11	Sensoren zur Bahnführung von Schweißrobotern	156
2.12	Sensoren für Autonome Mobile Roboter	164
2.13	Sensoren in der Endeffektortechnik	177
	Literatur	184
3	Sensoren zur Erfassung mechanischer Größen	185
3.1	Messung von Kräften	185
3.2	Messung von Drehmomenten	204
3.3	Messung von Beschleunigungen	210
3.4	Bestimmung von Massen	215
3.5	Geschwindigkeitsmessung	220
3.6	Erkennen von Bewegungen	228
3.7	Erfassen von Schwingungen	230
	Literatur	231
4	Sensoren zur Erfassung fluidischer Größen	233
4.1	Druckmessung	234
4.1.1	Allgemeine Grundlagen	234
4.1.2	Magnetoelastische Messung	238
4.1.3	Kapazitive Messung	240
4.1.4	Piezoelektrische Messung	243
4.1.5	Piezoresistive Messung	246
4.1.6	Galvanomagnetische Messung	249
4.1.7	Druckmessung mit akustischen Oberflächenwellen	250
4.2	Durchflussmessung	251
4.2.1	Volumetrische Messung	253
4.2.2	Wirkdruckverfahren	258
4.2.3	Magnetisch-induktive Durchflussmessung	259
4.2.4	Coriolis-Durchflussmessung	261
4.2.5	Durchflussmessung mit Ultraschall	263
4.2.6	Kalorimetrische Durchflussmessung	267
4.2.7	Wirbelfrequenz-Durchflussmessung	272
4.3	Feuchtemessung	274

4.3.1	Allgemeine Grundlagen	274
4.3.2	Feuchtesensoren	277
	Literatur	284
5	Sensoren zur Erfassung der Temperatur	285
5.1	Allgemeine Grundlagen	286
5.2	Kontaktthermometrische Sensoren	287
5.2.1	Thermoresistive Temperaturmessung	288
5.2.2	Thermoelektrische Temperaturmessung	296
5.3	Strahlungsthermometrie	302
	Literatur	313
6	Sensoren zur Erfassung von Wegen und Winkeln	315
6.1	Allgemeine Grundlagen	315
6.2	Analoge Messverfahren	319
6.2.1	Tauchanker und Differenzialtransformator	320
6.2.2	Potenziometer	321
6.2.3	Kapazitive Weg- und Winkelmessung	323
6.2.4	Induktive Weg- und Winkelmessung	326
6.2.5	Magnetische Wegmessung	328
6.2.6	Resolver	329
6.2.7	Inductosyn	330
6.3	Digitale Messverfahren	332
6.3.1	Optisch-inkrementale Weg- und Winkelmesssysteme	333
6.3.2	Codelineale und Codescheiben	337
6.3.3	Magnetische Längenmesssysteme	342
6.3.4	Längenmessung mit Interferometer	343
6.3.5	Interferenzielle Längenmessung	345
6.4	Distanzmessung mit Triangulation	346
6.5	Distanzbestimmung mit Laufzeitmessung	350
6.6	Distanzbestimmung mit Phasenmessung	353
6.7	Magnetostriktive Wegmessung	357
6.8	Neigungsmessung	359
	Literatur	364
7	Abbildung und Erkennung von Objekten	365
7.1	Allgemeine Grundlagen	365
7.2	Optisch-visuelle Bildaufnahme	371
7.2.1	Höhenprofilschnitt	372
7.2.2	Objekterkennung mit CCD-Zeile	372
7.2.3	Objekterkennung mit Lichtschnittverfahren	374
7.2.4	Objekterkennung mit CCD-Matrix	376

7.2.5	Objekterkennung durch Schattenbildauswertung	386
7.2.6	Bilderfassung mit stereoskopischem Prinzip	395
7.2.7	Beleuchtungstechnik	397
7.3	Nichtoptische Abtastsysteme	400
7.4	Erfassung codierter und nichtcodierter Informationen	404
7.4.1	Elektromechanische Erfassung	404
7.4.2	Optische Erfassung	411
7.4.3	Elektronische und elektromagnetische Erfassung	418
	Literatur	420
8	Erfassung chemischer und biologischer Stoffgrößen	423
8.1	Messung von Gaskonzentrationen allgemein	424
8.2	Sauerstoffmessung	430
8.3	Messung der elektrolytischen Leitfähigkeit	432
8.4	Messung des pH-Wertes	434
8.5	Gasanalyse durch Wärmeleitfähigkeitsmessung	436
8.6	Erfassung biologischer Substanzen	438
8.7	Explosionsschutz bei Sensoren	440
	Literatur	443
9	Sensorvernetzung	445
9.1	Allgemeine Grundlagen	445
9.1.1	Netzwerktopologien	446
9.1.2	Buszugriffsverfahren	446
9.1.3	Telegramme	448
9.2	Bussysteme zur Sensorvernetzung	449
9.2.1	Aktor/Sensor-Interface (AS-I)	449
9.2.2	Profibus	450
9.2.3	Interbus	453
9.2.4	HART-Protokoll	454
9.2.5	CAN-Bus	455
9.3	Ausblick	456
	Literatur	459
10	Fachbegriffe	461
	Literatur	497
	Sachverzeichnis	499