

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>V</b>
<b>1 Sensoren – Sinnesorgane der Technik .....</b>	<b>1</b>
1.1 Was sind Sensoren?.....	1
1.2 Einteilung und Begriffe.....	7
1.3 Aufgaben und nutzbare Effekte .....	13
1.4 Einsatz und Auswahl.....	17
<b>2 Sensoren zur Positionserfassung .....</b>	<b>21</b>
2.1 Elektromechanische und elektrische Positionserfassung.....	21
2.2 Pneumatische Positionserfassung .....	24
2.3 Induktive Positionserfassung .....	27
2.4 Kapazitive Positionserfassung .....	38
2.5 Magnetinduktive Positionserfassung .....	43
2.5.1 Hallsensor .....	43
2.5.2 Magnetschalter.....	47
2.5.3 Magnetisch steuerbare Widerstände .....	49
2.5.3.1 Feldplattensensor .....	50
2.5.3.2 Sättigungskernsonde .....	52
2.5.3.3 Magneto-resistive Metall-Dünnschicht-Sensoren .....	54
2.6 Positionserfassung mit Ultraschall.....	55
2.7 Optoelektronische Positionserfassung .....	62
2.7.1 Allgemeine Grundlagen.....	62
2.7.2 Einweg-Lichtschranke .....	69
2.7.3 Reflexlichtschranke .....	75
2.7.4 Reflexlichttaster .....	78
2.7.5 Lichtgitter.....	84
2.7.6 Faseroptische Sensoren.....	89
2.7.7 Positionsempfindliche Fotoelemente.....	93
2.7.8 Unterscheidung farbiger Objekte.....	95
2.7.9 Lasersensoren.....	98
2.8 Positionserfassung mit Mikrowellen.....	107
2.9 Positionserfassung mit Kernstrahlung .....	108
2.10 Füll- und Grenzstandsmessung.....	110
2.10.1 Allgemeine Grundlagen .....	111
2.10.2 Optische Füllhöhenbestimmung.....	112
2.10.3 Füllhöhenbestimmung mit Schwimmern .....	114
2.10.4 Elektromechanische Füllhöhenbestimmung .....	116
2.10.5 Druckabhängige Füllhöhenbestimmung .....	118
2.10.6 Konduktive Füllhöhenbestimmung .....	121

2.10.7	Kapazitive Füllhöhenbestimmung.....	122
2.10.8	Absorptionsabhängige Füllhöhenbestimmung.....	124
2.10.9	Reflexionsabhängige Füllhöhenbestimmung.....	125
2.10.10	Kalorimetrische Füllstandserfassung.....	130
2.11	Sensoren zur Bahnführung von Schweißrobotern .....	131
2.12	Sensoren für Autonome Mobile Roboter.....	136
2.13	Sensoren in der Endeffektortechnik.....	147
<b>3</b>	<b>Sensoren zur Erfassung mechanischer Größen .....</b>	<b>153</b>
3.1	Messung von Kräften.....	153
3.2	Messung von Drehmomenten .....	170
3.3	Messung von Beschleunigungen.....	176
3.4	Bestimmung von Massen.....	180
3.5	Geschwindigkeitsmessung.....	185
3.6	Erkennen von Bewegungen.....	192
<b>4</b>	<b>Sensoren zur Erfassung fluidischer Größen .....</b>	<b>194</b>
4.1	Druckmessung.....	194
4.1.1	Allgemeine Grundlagen.....	195
4.1.2	Magnetoelastische Messung.....	198
4.1.3	Kapazitive Messung.....	200
4.1.4	Piezoelektrische Messung.....	203
4.1.5	Piezoresistive Messung.....	206
4.1.6	Galvanomagnetische Messung .....	209
4.1.7	Druckmessung mit akustischen Oberflächenwellen.....	210
4.2	Durchflussmessung.....	211
4.2.1	Volumetrische Messung .....	214
4.2.1.1	Verdrängungsverfahren .....	214
4.2.1.2	Volumenzähler mit Messflügel .....	214
4.2.1.3	Schwebekörper-Durchflussmesser .....	216
4.2.2	Wirkdruckverfahren.....	217
4.2.3	Magnetisch-induktive Durchflussmessung.....	218
4.2.4	Coriolis-Durchflussmessung.....	220
4.2.5	Durchflussmessung mit Ultraschall.....	222
4.2.6	Kalorimetrische Durchflussmessung.....	225
4.2.7	Wirbelfrequenz-Durchflussmessung .....	230
4.3	Feuchtemessung .....	232
4.3.1	Allgemeine Grundlagen.....	232
4.3.2	Feuchtesensoren.....	235
4.3.2.1	Taupunkthygrometer.....	235
4.3.2.2	Faserhygrometer.....	237
4.3.2.3	Kapazitive Feuchtesensoren.....	237
4.3.2.4	Feuchtesensoren in SAW-Technologie .....	239
4.3.2.5	Mikrowellen-Feuchtesensor.....	240
4.3.2.6	Elektrolysehygrometer .....	241
4.3.2.7	Aspirationshygrometer (Psychrometer).....	241

<b>5</b>	<b>Sensoren zur Erfassung der Temperatur .....</b>	<b>243</b>
5.1	Allgemeine Grundlagen .....	243
5.2	Kontaktthermometrische Sensoren .....	245
5.2.1	Thermoresistive Temperaturmessung .....	245
5.2.2	Thermoelektrische Temperaturmessung .....	253
5.3	Strahlungsthermometrie .....	259
<b>6</b>	<b>Sensoren zur Erfassung von Wegen und Winkeln .....</b>	<b>270</b>
6.1	Allgemeine Grundlagen .....	270
6.2	Analoge Messverfahren .....	273
6.2.1	Tauchanker und Differentialtransformator .....	273
6.2.2	Potenziometer .....	275
6.2.3	Kapazitive Weg- und Winkelmessung .....	276
6.2.4	Induktive Weg- und Winkelmessung .....	279
6.2.5	Magnetische Wegmessung .....	281
6.2.6	Resolver .....	282
6.2.7	Inductosyn .....	283
6.3	Digitale Messverfahren .....	285
6.3.1	Optisch-inkrementale Weg- und Winkelmesssysteme .....	285
6.3.2	Codelineale und Codescheiben .....	289
6.3.3	Magnetische Längenmesssysteme .....	293
6.3.4	Längenmessung mit Interferometer .....	294
6.3.5	Interferenzielle Längenmessung .....	295
6.4	Distanzmessung mit Triangulation .....	296
6.5	Distanzbestimmung mit Laufzeitmessung .....	300
6.6	Distanzbestimmung mit Phasenmessung .....	303
6.7	Magnetostriktive Wegmessung .....	307
6.8	Neigungsmessung .....	309
<b>7</b>	<b>Abbildung und Erkennung von Objekten .....</b>	<b>313</b>
7.1	Allgemeine Grundlagen .....	313
7.2	Optisch-visuelle Bildaufnahme .....	318
7.2.1	Höhenprofilschnitt .....	318
7.2.2	Objekterkennung mit CCD-Zeile .....	318
7.2.3	Objekterkennung mit Lichtschnittverfahren .....	319
7.2.4	Objekterkennung mit CCD-Matrix .....	321
7.2.5	Objekterkennung durch Schattenbildauswertung .....	330
7.2.6	Bilderfassung mit stereoskopischem Prinzip .....	337
7.2.7	Beleuchtungstechnik .....	339
7.3	Nichtoptische Abtastsysteme .....	341
7.4	Erfassung codierter und nichtcodierter Informationen .....	344
7.4.1	Elektromechanische Erfassung .....	344
7.4.2	Optische Erfassung .....	350
7.4.3	Elektronische und elektromagnetische Erfassung .....	356

<b>8</b>	<b>Erfassung chemischer und biologischer Stoffgrößen .....</b>	<b>359</b>
8.1	Messung von Gaskonzentrationen allgemein .....	359
8.2	Sauerstoffmessung .....	365
8.3	Messung der elektrolytischen Leitfähigkeit.....	367
8.4	Messung des pH-Wertes .....	369
8.5	Gasanalyse durch Wärmeleitfähigkeitsmessung.....	371
8.6	Erfassung biologischer Substanzen.....	373
8.7	Explosionsschutz bei Sensoren .....	375
<b>9</b>	<b>Sensorvernetzung.....</b>	<b>378</b>
9.1	Allgemeine Grundlagen .....	378
9.1.1	Netzwerktopologien.....	378
9.1.2	Buszugriffsverfahren .....	379
9.1.3	Telegramme .....	380
9.2	Bussysteme zur Sensorvernetzung.....	381
9.2.1	Aktuator/Sensor-Interface (AS-I) .....	381
9.2.2	Profibus .....	383
9.2.3	Interbus .....	385
9.2.4	HART-Protokoll .....	386
9.2.5	CAN-Bus .....	387
9.3	Ausblick.....	388
<b>10</b>	<b>Fachbegriffe .....</b>	<b>391</b>
	<b>Internet-Suchbegriffe.....</b>	<b>419</b>
	<b>Literatur und Quellen .....</b>	<b>421</b>
	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>425</b>