

Dietrich Juckenack (Hrsg.)

**Handbuch
der Sensortechnik -
Messen mechanischer
Größen**

 **vertag**
moderne Industrie

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Einleitung	11
2 Marktdaten	13
3 Sensorik-Informationsquellen/-beschaffung	19
3.1 Allgemein	19
3.2 Literaturhinweise	19
3.3 Datenbanken und Recherchendienste	24
3.4 Beratungseinrichtungen	27
3.5 Förderprogramme	33
4 Sensoren/Sensorsysteme - allgemein	35
4.1 Definition	35
4.2 Meßkette	38
4.3 Meßdatenaufbereitung und-Verarbeitung	42
4.3.1 Allgemein	42
4.3.2 Meßdatenerfassung/-speicherung	44
4.3.3 Meßdatenerfassung und-Verarbeitung mit PCs	50
4.3.4 Meßdatenerfassung/-verarbeitung auf einem Chip	52
4.4 Umgebungsbedingungen	60
4.4.1 Allgemeine Hinweise	60
4.4.2 Klimatische Einflüsse	62
4.4.3 Einflüsse Schock, Stoß, Vibration	64
4.4.4 Einflüsse aus elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Störquellen	73
4.5 Gehäusung	78
4.6 Optimierungsproblematik	85
5 Technologien	103
5.1 Technologieübersicht	103
5.2 Dickschicht/Hybridtechnik	109
5.2.1 Einleitung	109

5.2.2	Dickschichttechnik . . . . .	.110
5.2.3	Sensoren in Dickschichttechnik . . . . .	.115
5.2.4	Beispiele von kommerziellen Sensoren in Dickschichttechnik . . . . .	.124
5.2.5	Integrierte Elektronik in Dickschicht-/Hybridtechnik . . . . .	.132
5.2.6	Resümee. . . . .	.134
5.3	Dünnschichttechnik . . . . .	.134
5.3.1	Einleitung. . . . .	.134
5.3.2	Substratmaterial, Reinigungs-und Waschprozesse. . . . .	.136
5.3.3	Beschichtungsverfahren. . . . .	.137
5.3.4	Strukturierung dünner Schichten - Photolithographie. . . . .	.140
5.3.5	Anwendungsbeispiele von Dünnschichtsensoren. . . . .	.141
5.4	Lasermesstechnik . . . . .	.142
5.4.1	Allgemeines. . . . .	.142
5.4.2	Der Laser. . . . .	.144
5.4.3	Fotodetektoren. . . . .	.150
5.4.4	Schattenverfahren. . . . .	.152
5.4.5	Laufzeit-und Phasenmessung. . . . .	.154
5.4.6	Triangulation. . . . .	.157
5.4.7	Streulicht-und Speckle-Verfahren. . . . .	.162
5.4.8	Interferometrie. . . . .	.165
5.4.9	Doppler-Verfahren. . . . .	.174
5.4.10	Holografie. . . . .	.176
6	Sensoren/Sensorsysteme . . . . .	.183
6.1	Weg, Länge, Geschwindigkeit, Beschleunigung . . . . .	.183
6.1.1	Allgemein. . . . .	.183
6.1.2	Hinweise zur Signalverarbeitungselektronik. . . . .	.185
6.1.3	Weg-/Geschwindigkeits-/Beschleunigungssensoren auf elektrischer/ elektronischer Basis. . . . .	.187
6.1.4	Wegsensoren auf magnetischer Basis. . . . .	.202
6.1.5	Wegsensoren auf Ultraschallsensoren. . . . .	.205
6.1.6	Weg-/Geschwindigkeitssensoren auf optischer Basis. . . . .	.206
6.2	Winkelposition, Drehzahl. . . . .	.217
6.2.1	Allgemeines. . . . .	.217
6.2.2	Vorüberlegungen. . . . .	.218
6.2.3	Drehzahlsensoren auf elektrischer Basis. . . . .	.222
6.2.4	Optische Verfahren zur Drehzahlerkennung . . . . .	.226

6.2.5	Magnetische Anordnungen zur Erfassung der Drehzahl	228
6.3	Position, Abstand, Neigung	242
6.3.1	Allgemein	242
6.3.2	Positions-/Abstandssensoren auf elektrischer/elektronischer Basis . . .	245
6.3.3	Positions-/Abstandssensoren auf magnetischer Basis.	255
6.3.4	Positions-/Abstandssensoren auf Ultraschallbasis.	275
6.3.5	Positions-/(Weg-)sensoren auf gemischt magnetischer und Ultraschallbasis	281
6.3.6	Positions-/Abstandssensoren auf optischer Basis.	284
6.3.7	Sensoren für Neigung	304
6.4	Kraft, Gewicht, Masse, Flächenpressung	309
6.4.1	Allgemein	309
6.4.2	Vorüberlegungen.	315
6.4.3	Kraft-/Gewichtskraftsensoren auf elektrischer/elektronischer Basis . . .	320
6.4.4	Kraftsensoren auf magnetischer/magnetoelastischer Basis.	330
6.4.5	Kraftsensoren auf optischer Basis.	335
6.4.6	Sensoren für die Flächenpressungsmessung.	338
6.4.7	Messung der dynamischen Masse-Wirkung (Trägheitsmoment)	344
6.5	Dehnungen, Spannungen, Eigenspannungen	347
6.5.1	Allgemein.	347
6.5.2	Vorüberlegungen.	348
6.5.3	Dehnungsmessung/-sensoren auf mechanischer Basis.	351
6.5.4	Dehnungsmessung/-sensoren auf elektrischer/elektronischer Basis . . .	353
6.5.5	Dehnungs-/Spannungsmessung/-sensoren auf optischer Basis.	381
6.5.6	Sensoren/Sensorensysteme zur Deformationsmessung.	405
6.6	Drehmoment, Moment	419
6.6.1	Allgemein.	419
6.6.2	Vorüberlegungen.	419
6.6.3	Drehmomentmessung/-sensoren unter Berücksichtigung der Verdrillung	427
6.6.4	Drehmomentmessung/-sensoren unter Berücksichtigung der Dehnung	435
6.6.5	Drehmomentmessung/-sensoren auf der Basis magnetoelastischer Effekte.	440
6.6.6	Momentmessung/-sensoren	444
6.7	Vibration, Schock, Stoß	446
6.7.1	Allgemein	446

6.7.2	Vorüberlegungen	446
6.7.3	Beschleunigungs-/Verzögerungssensoren auf mechanisch-elektrischer Basis	451
6.7.4	Beschleunigungssensoren auf elektrischer/elektronischer Basis	453
6.7.5	Vibrationssensoren/-sensorsysteme auf optischer Basis	472
6.8	Rauheit, Ebenheit, Welligkeit	487
6.8.1	Allgemein	487
6.8.2	Rauheits-/Welligkeitsmeßsysteme auf elektrisch-mechanischer Basis	489
6.8.3	Optisch abtastende Oberflächenmeßsysteme	491
6.9	Dicke, Größe, Form	512
6.9.1	Allgemein	512
6.9.2	Sensoren/Sensorsysteme auf elektrischer Basis	513
6.9.3	Sensoren/Sensorsysteme auf optischer Basis	514
6.9.4	Sensoren/Sensorsysteme auf Röntgenstrahlen-Basis	535
6.10	Druck, Füllstand	539
6.10.1	Drucksensoren	539
6.10.2	Füllstandssensoren	595
6.11	Durchfluß	611
6.11.1	Allgemein	611
6.11.2	Vorüberlegungen	613
6.11.3	Durchflußsensoren/-sensorsysteme auf elektrischer/elektronischer Basis	614
6.11.4	Durchfluß-/Durchflußgeschwindigkeitssensoren/-systeme auf optischer Basis	640
6.12	Verschleiß, Bruch, Fehlstellen	646
6.12.1	Allgemein	646
6.12.2	Sensoren/Sensorsysteme für Verschleiß	646
7	Ausblick	655
	Danksagung	657
	Autoren	657
8	Schrifttum	659
9	Anhang	681
10	Stichwortverzeichnis	725