

Inhalt

Vorwort	IX
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Begriffe	3
2.1.1 Größen und Einheiten.....	3
2.1.2 Sonstige Fachbegriffe.....	6
2.2 Messfehler, Messunsicherheit	8
2.2.1 Übersicht	8
2.2.2 Methoden der Schätzung der Messunsicherheit	11
2.3 Darstellung von Messwerten	22
3 Messsysteme	25
3.1 Messketten.....	25
3.2 Ausgabegeräte	26
3.2.1 Anzeigen für einfache Größen.....	27
3.2.2 Schreiber	28
3.2.3 Elektronenstrahl-Oszillographen	29
4 Messverfahren	33
4.1 Längen-, Weg- und Drehwinkelmessung	33
4.1.1 Mechanische Verfahren.....	34
4.1.2 Optische Verfahren.....	37
4.1.3 Elektrische Verfahren.....	40
4.1.4 Dehnungsmessung und Spannungsmessung	44
4.2 Zeitmessung	49
4.3 Kraft- und Drehmomentmessung	51
4.3.1 Kraftmessung	51
4.3.2 Drehmomentmessung.....	54
4.4 Geschwindigkeits-, Drehzahl-, Leistungsmessung.....	57
4.4.1 Messen von Geschwindigkeiten.....	58
4.4.2 Messen von Drehzahlen	62
4.4.3 Messen der von einer Welle übertragenen Leistung.....	64
4.5 Druckmessung.....	65
4.5.1 Allgemeines.....	65

4.5.2	Kalibriereinrichtung „Druckwaage“	66
4.5.3	U-Rohr-Manometer	67
4.5.4	Manometer mit elastischen Messelementen	68
4.6	Durchflussmessung	71
4.6.1	Volumetrische Verfahren	72
4.6.2	Hydrodynamische Verfahren	75
4.6.3	Thermische Verfahren	81
4.6.4	Induktive Durchflussmessung	82
4.6.5	Sonstige	83
4.7	Mengenmessung durch Wägen	85
4.7.1	Mechanische Waagen mit Hebelwerken	86
4.7.2	Waagen mit elektrischer Signalwandlung	87
4.8	Füllstandsmessverfahren	89
4.8.1	Füllstandsmessverfahren mit Schwimmern und Platten	90
4.8.2	Hydraulische Verfahren	91
4.8.3	Kapazitive Füllstandsmessverfahren	91
4.8.4	Füllstandsmessung durch Wägung	92
4.8.5	Ultraschall-Messverfahren für die Füllstandsmessung	93
4.8.6	Sonstige Verfahren	93
4.9	Temperaturmessung	93
4.9.1	Thermometer	94
4.9.2	Widerstands-Temperaturaufnehmer	97
4.9.3	Thermoelemente	98
4.9.4	Einbau von Temperaturaufnehmern	102
4.9.5	Strahlungsthermometer	104
4.10	Feuchtemessung	105
4.10.1	Definitionen der Feuchte	105
4.10.2	Messverfahren zur Feuchtebestimmung	106
4.11	Stoffmesstechnik (Überblick)	108
4.12	Messung mechanischer Schwingungen	112
4.12.1	Messaufnehmer für mechanische Schwingungen	112
4.12.2	Diskrete Fouriertransformation	115
4.12.3	Modal- und Ordnungsanalysen	121
4.12.4	Lärmmessung	124
4.13	Messung elektrischer Grundgrößen	128
4.13.1	Messung von langsam veränderlichen Größen (Gleichgrößen)	128
4.13.2	Messung von Wechselströmen	133
5	Rechnergestütztes Messen	139
5.1	Überblick	139
5.1.1	Selbstverständlichkeit des Rechnereinsatzes	139
5.1.2	Gerätetechnische Realisierung der Messkette	139
5.1.3	Signalumwandlung durch die Messdatenerfassung	142
5.1.4	Ausblick auf die folgenden Unterkapitel	144

5.2	Signalaufbereitung	144
5.2.1	Anforderungen an ein Messsignal und den Messaufbau	145
5.2.2	Eigenschaften von Messfühler und -umformer	147
5.3	Analog-Digital-Wandlung	151
5.3.1	Halteglied	151
5.3.2	Abtastung (Aliaseffekt)	153
5.3.3	Fensterung	159
5.3.4	Quantisierung	165
5.3.5	Wandlungsprinzipien und A/D-Wandlertypen	168
5.4	Messdatenerfassungssysteme	178
5.4.1	Einsteckkarten für Rechnersystembusse	180
5.4.2	Verwendung von externen Rechnerschnittstellen	191
5.4.3	Instrumentierungsbus IEEE 488	193
5.4.4	Modulare Instrumentierungssysteme	208
5.5	Industrielle Messdatenerfassung	225
5.5.1	Grundkonzepte von Feldbussystemen	225
5.5.2	Sensor-Aktor-Feldbus am Beispiel des INTERBUS	240
5.5.3	Dezentraler, objektnaher Systembus am Beispiel von LON	245
5.5.4	Systembusse	253
5.5.5	Beispiele für das Zusammenspiel verschiedener Feldbussysteme	254
5.6	Virtuelle Instrumentierung	257
5.6.1	Virtuelle Instrumente	258
5.6.2	Virtuelle Feldgeräte	261
6	Aufgaben und Projekte	265
6.1	Aufgaben	266
6.2	Projekte	304
6.2.1	Windgeneratorvermessung	304
6.2.2	Solarzellenvermessung	307
7	Literatur	309
7.1	DIN-Normen zur Messtechnik und Messdatenerfassung	310
7.2	Weiterführende Literatur zur Messtechnik	314
	Stichwortverzeichnis	315