

# MESSGERÄTE IM INDUSTRIEBETRIEB

VON

GUIDO WÜNSCH UND HANS RÜHLE  
BERLIN-FRIEDENAU                      BERLIN-CHARLOTTENBURG

MIT 371 TEXTABBILDUNGEN



BERLIN  
VERLAG VON JULIUS SPRINGER  
1936

ALLE RECHTE, INSBESONDERE DAS DER ÜBERSETZUNG  
IN FREMDE SPRACHEN, VORBEHALTEN.

ISBN-13: 978-3-642-98130-2 e-ISBN-13: 978-3-642-98941-4

DOI: 10.1007/978-3-642-98941-4

COPYRIGHT 1936 BY JULIUS SPRINGER IN BERLIN.

Reprint of the original edition 1936

## Vorwort.

In den letzten Jahren ist in den Industriebetrieben eine besondere Meßtechnik entstanden und zu solchem Umfang entwickelt worden, daß ihre Beherrschung nicht mehr „nebenbei“ möglich ist. Die großen Industriewerke haben besondere Abteilungen eingerichtet, die mit Fachleuten für Meßtechnik besetzt sind, und deren Hauptaufgabe die mesende Verfolgung und Überwachung der Betriebsvorgänge und des Verbrauchs an Gas, Kohle, Wasser, Strom, Wärme usw. ist. Als Hilfsmittel hierzu sind eine Unzahl von Meßgeräten und Meßverfahren herausgebracht worden, und es kommt täglich Neues hinzu.

Dem Betriebsmann im kleinen und mittleren Betrieb sind nun zwar die meßtechnischen Einrichtungen für die Fertigung geläufig, da er täglich mit ihnen umgeht; es ist jedoch für ihn sehr schwer, z. B. auch Fragen der Energiewirtschaft richtig zu beurteilen, die seltener an ihn herantreten und meistens auch schwieriger zu beantworten sind. Er wird unverhältnismäßig viel Zeit darauf verwenden müssen, das geeignete Meßverfahren herauszufinden und an Hand der ungleichartigen Angebote der verschiedenen Lieferwerke das für den vorliegenden Zweck beste Gerät auszusuchen, wenn er nicht auf ein eigenes Urteil verzichten und sich auf die Werbeangaben der Hersteller verlassen will.

Es erschien deshalb angebracht, das Material, das in der Fachliteratur, in den Werbeschriften der Hersteller und in unveröffentlichten Erfahrungen vorliegt, zu sichten, nach bestimmten Gesichtspunkten zu bearbeiten und zu ordnen und damit eine Übersicht zu schaffen, mit deren Hilfe auch scheinbar schwierige Zusammenhänge auf eine einfache Form gebracht werden können. Es dürfte damit auch allen denen gedient sein, die auf Fachschulen und in der Praxis eine Anleitung suchen.

Unter diesen Voraussetzungen ist das vorliegende Buch entstanden. Es erhebt keinen Anspruch, als „wissenschaftlich“ zu gelten, und kann auch nicht „vollständig“ sein, da ja die Entwicklung dauernd fortschreitet; es möchte lediglich dem Betriebsmann Hilfe und Wegweiser werden.

Wer sich ausführlicher unterrichten will, der sei auf Sammelwerke wie das „Archiv für technisches Messen („ATM“), den „Chemie-Ingenieur“ u. a. verwiesen.

Berlin, im Februar 1936.

**Die Verfasser.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung: Zweck der Messung . . . . .	1
Erster Teil.	
<b>Allgemeine Grundlagen.</b>	
I. Allgemeines über Meßsysteme und Meßverfahren . . . . .	4
A. Mechanische Meßsysteme . . . . .	4
B. Übersicht über die Werkstoffe des Meßinstrumentenbaues . . . . .	5
C. Meßleitungen, Anschlüsse und Schutzmaßnahmen . . . . .	6
D. Übersicht über die elektrischen Meßsysteme . . . . .	10
E. Kompensationsverfahren . . . . .	13
F. Schrittschaltwerke und Relaisapparate mit besonderer Hilfskraft . . . . .	18
G. Energieverbrauch bei Messungen . . . . .	18
H. Das statische Verhalten der Meßsysteme . . . . .	19
J. Das dynamische Verhalten der Meßsysteme . . . . .	23
II. Das moderne Anzeigeinstrument . . . . .	26
A. Die äußere Form der Anzeigeinstrumente . . . . .	26
B. Hilfsmittel der Anzeige . . . . .	28
1. Ausführung der Skalen . . . . .	28
2. Ausführung der Zeiger . . . . .	30
3. Verwendung von Licht und Farbe . . . . .	30
C. Großanzeiger . . . . .	32
III. Registrierung . . . . .	34
A. Äußere Merkmale . . . . .	35
1. Art der Aufzeichnung . . . . .	35
2. Schreibpapier . . . . .	37
3. Mehrfachschreiber . . . . .	40
B. Hilfsmittel der Registrierung . . . . .	41
1. Das Übertragungswerk . . . . .	41
2. Schreibwerk . . . . .	44
3. Diagrammpapier und Papierführung . . . . .	47
4. Triebwerk . . . . .	51
C. Schnellschreiber und Störungsschreiber . . . . .	52
1. Schnellschreiber . . . . .	52
2. Störungsschreiber . . . . .	55
IV. Zählung und Mittelwertbildung . . . . .	56
Übersicht . . . . .	56
A. Planimeter . . . . .	56
B. Angebaute Zählwerke . . . . .	59
C. Selbständige Zählwerke . . . . .	61
D. Mittelwertbildung, Maximumschreiber und Summenzähler . . . . .	62
V. Fernübertragung . . . . .	63
Übersicht . . . . .	63
A. Die Fernmessung auf hydraulischem und auf pneumatischem Wege . . . . .	64
B. Die elektrische Fernmeßtechnik . . . . .	65
1. Angebaute Fernsender für mäßige Entfernung . . . . .	66
2. Die Übertragungsverfahren für große Entfernungen . . . . .	68

	Seite
VI. Eingliederung der Instrumente in den Betrieb . . . . .	72
Übersicht . . . . .	72
A. Kombinationen für besondere Zwecke . . . . .	72
1. Für einen einzigen Meßwert . . . . .	72
2. Instrumententafeln . . . . .	73
3. Umschaltungen . . . . .	73
4. Folgezeigerinstrumente . . . . .	75
5. Anzeige von Summen und Quotienten . . . . .	76
B. Schaltschränke, Meßwarten . . . . .	76
C. Hilfsmittel bei Betriebsführung mit vielen Instrumenten . . . . .	78
1. Sinnbildliche Darstellung der Zusammenhänge . . . . .	78
2. Selbsttätige Signalabgabe . . . . .	81
3. Fernkommandoabgabe . . . . .	82
D. Fernbetätigung von Maschinen und Apparaten . . . . .	82
VII. Genauigkeit . . . . .	84
A. Allgemeine Übersicht . . . . .	84
1. Verfahrensfehler . . . . .	84
2. Bezugsgrößen . . . . .	85
B. Die einzelnen Komponenten des Meßfehlers . . . . .	85
1. Fehler im Meßsystem und im Übertragungsmechanismus . . . . .	86
2. Fehler in der Montage, der Inbetriebsetzung und der Nullstellung . . . . .	87
3. Fehler in der Ablesung . . . . .	87
4. Fehler durch äußere betriebliche Umstände . . . . .	88
C. Geforderte und gewährte Genauigkeit . . . . .	88
1. Eichungen und Nacheichungen . . . . .	88
2. Zahlenangaben für bestimmte Messungen, nach Meßwerten geordnet . . . . .	89

Zweiter Teil.

**Verfahren und Bauarten, nach Meßwerten geordnet.**

VIII. Druckmessung . . . . .	91
Übersicht . . . . .	91
A. Über- und Unterdruckmesser . . . . .	94
1. Manometer mit Meßflüssigkeit und ohne besondere selbsttätige Anzeigevorrichtung . . . . .	94
a) Einfache U-Rohr-Manometer S. 94. — b) Sonderbauarten S. 95. — c) Mikromanometer S. 97.	
2. Manometer mit besonderer Anzeigevorrichtung . . . . .	101
a) Ringwaagen S. 101. — b) Glockenmesser S. 103. — c) Federmanometer S. 103.	
3. Sonstige Druckmesser, insbesondere für sehr kleine oder für schnell wechselnde Drücke . . . . .	110
B. Beliebiger Bezugsdruck (eigentliche Druckunterschiedmesser) . . . . .	111
1. Allgemeines . . . . .	111
2. Federmanometer . . . . .	111
3. Durchführungen aus Druckräumen . . . . .	112
4. Hilfsmittel zur Eichung und Nacheichung . . . . .	115
C. Messer für absoluten Druck . . . . .	116
1. Allgemeines . . . . .	116
2. Barometer . . . . .	116
a) U-Rohr-Manometer S. 116. — b) Membran-Barometer S. 117.	
3. Vakuummeter . . . . .	118
a) Baro-Vakuummeter S. 118. — b) Absolute Vakuummeter S. 120. — c) Sonstige Messer für absoluten Druck S. 121.	
IX. Temperaturmessungen . . . . .	122
Allgemeines . . . . .	122
A. Mechanische Temperaturmesser . . . . .	124
1. Ausdehnungsthermometer mit Flüssigkeitsfüllung . . . . .	124

	Seite
2. Ausdehnungsstab-Thermometer . . . . .	126
3. Flüssigkeitsdruckthermometer . . . . .	126
4. Siededruck- (Tensions-) Thermometer . . . . .	128
5. Bimetallthermometer . . . . .	129
6. Sonstige mechanische Thermometer . . . . .	130
B. Elektrische Widerstandsthermometer . . . . .	131
1. Wirkungsweise . . . . .	131
2. Einbau und Betrieb . . . . .	133
3. Bauarten . . . . .	134
C. Thermoelektrische Pyrometer . . . . .	135
1. Wirkungsweise . . . . .	135
2. Kompensation . . . . .	138
3. Gebräuchliche Thermolemente . . . . .	139
4. Schutzrohre . . . . .	141
5. Pyrometer-Bauarten . . . . .	143
6. Durchsaug-Pyrometer . . . . .	144
7. Oberflächen-Pyrometer . . . . .	145
D. Strahlungs-pyrometer . . . . .	146
1. Allgemeines . . . . .	146
2. Meßprinzipien . . . . .	148
3. Eignung der Verfahren . . . . .	150
4. Beschreibungen . . . . .	151
a) Gesamtstrahlungs-pyrometer S. 151. — b) Teilstrahlungs- pyrometer S. 152. — c) Farbpyrometer S. 157	
5. Besondere Fragen . . . . .	158
X. Messung strömender Stoffe . . . . .	159
Übersicht . . . . .	159
A. Volumenmessung . . . . .	160
1. Motorische Gaszähler . . . . .	160
a) Trockene Gaszähler S. 161. — b) Nasse Gaszähler S. 164. — c) Hochdruckgaszähler S. 167. — d) Selbsttätige Berichtigungen S. 169. — e) Großgaszähler S. 170. — f) Anemometer S. 171.	
2. Motorische Zähler für Flüssigkeiten . . . . .	172
a) Kippzähler S. 174. — b) Trommelzähler S. 174. — c) Hub- und Drehkolbenzähler S. 175. — d) Turbinenzähler S. 177.	
B. Durchflußschwimmernessung . . . . .	181
C. Staudruck- und Druckunterschiedmessung . . . . .	187
1. Allgemeines . . . . .	187
2. Staudruck und Staurohr . . . . .	188
3. Blende, Düse, Venturirohr . . . . .	192
a) Eigenschaften und Berechnung von Düse und Blende S. 192. — b) Formgebung und Einbau S. 196. — c) Das Venturirohr S. 198. — d) Die Wahl des richtigen Drosselgeräts S. 199. — e) Anordnung der Druckentnahmestellen S. 201. — f) Sonder- formen für Meßdruckgeber S. 203. — g) Umrechnungen S. 205.	
4. Instrumentelle Einzelheiten . . . . .	208
a) Wurzelziehung S. 208. — b) Selbsttätige Berichtigungen S. 208. — c) Überlastfähigkeit und Überlastschutz S. 209. — d) Umstellung des Meßbereiches und Messung kleiner Mengen S. 210. — e) Messung pulsierender Stoffströme S. 212.	
5. Bauarten der Mengemesser . . . . .	212
a) Einfache Druckunterschied-Manometer S. 212. — b) Elek- trisch messende Druckunterschied-Manometer S. 214. — c) Schwimmer-Druckunterschiedmesser S. 216. — d) Glocken- messer S. 219. — e) Gefäßwaagen S. 221. — f) Ringwaagen S. 222. — g) Membranmesser S. 225.	
D. Teilstrommessung . . . . .	228
1. Unmittelbare Teilstrommessung . . . . .	228
2. Strömungsteiler . . . . .	230

	Seite
E. Sonderverfahren zur Mengenummessung . . . . .	233
1. Hilfsstrommessung . . . . .	233
2. Messung großer Flüssigkeitsmengen . . . . .	235
a) Wehrmessung S. 235. — b) Venturikanalmesser S. 236. —	
c) Sonstige Verfahren S. 238.	
3. Messung großer Gasmengen . . . . .	239
4. Thomas-Gasmesser . . . . .	239
F. Messung pulsierender Strömungen . . . . .	240
G. Messung von Wärmemengen . . . . .	243
Allgemeines . . . . .	243
1. Messung an einen Stoff gebundener Wärmemengen . . . . .	244
2. Wärmeleit- und -verlust-Messung . . . . .	247
XI. Behälterstandsmessung . . . . .	248
Übersicht . . . . .	248
A. Messer für den Flüssigkeitsspiegel in offenen Behältern . . . . .	249
B. Messer für den Flüssigkeitsspiegel in Druckbehältern . . . . .	253
C. Gasometerstandsanzeiger . . . . .	258
D. Bunkerstandsanzeiger . . . . .	259
XII. Gaszusammensetzung und Untersuchung der Eigenschaften . . . . .	260
Übersicht . . . . .	260
A. Spezifisches Gewicht . . . . .	261
1. Auswägung . . . . .	261
2. Gassäulenmessung . . . . .	263
3. Mittelbare Meßverfahren . . . . .	263
B. Heizwert . . . . .	265
1. Hand-Kalorimeter . . . . .	267
2. Selbsttätige (schreibende) Kalorimeter . . . . .	270
3. Besondere Verfahren zum Ersatz oder zur Ergänzung der Kalorimeter . . . . .	275
C. Überwachung der Gaszusammensetzung, insbesondere der Feuerungsabgase . . . . .	278
1. Orsat und orsatähnliche Apparaturen für Versuchsmessungen . . . . .	278
2. Selbsttätige Apparaturen für Betriebsmessungen . . . . .	279
3. Einbau und sonstige allgemeine Richtlinien für Rauchgasprüfer . . . . .	286
4. Besondere Verfahren zur Ergänzung und zum Ersatz der Rauchgasprüfer . . . . .	287
D. Besonderheiten der Nutzgasüberwachung . . . . .	289
E. Sonstige Beimengungen in Gasen . . . . .	291
1. Feuchtigkeitsgehalt . . . . .	291
a) Absolute Feuchtigkeit S. 293. — b) Taupunkt S. 294. —	
c) Haarhygrometer S. 295. — d) Psychrometer S. 297.	
2. Staub . . . . .	303
Firmenverzeichnis . . . . .	307
Sachverzeichnis . . . . .	309

**Ein Verzeichnis der im Buch erwähnten,  
Meßgeräte bauenden Firmen und der benutzten Abkürzungen ihrer Namen  
befindet sich auf S. 307—308.**