

# Elektrische Messung mechanischer Größen

Von

Dr.-Ing. Paul M. Pflieger

Dritte erweiterte Auflage

Mit 308 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

ISBN 978-3-642-53128-6

ISBN 978-3-642-53127-9 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-53127-9

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.**

**Copyright 1948 Springer-Verlag Berlin Heidelberg**

**Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag OHG. in Berlin, Göttingen and Heidelberg 1948**

**Gedruckt in der Gallus Druckerei KG  
Berlin Charlottenburg 2 Gutenbergstraße 3**

## Vorwort zur dritten Auflage.

Nach den Besprechungen der zweiten Auflage war man im großen und ganzen mit der Anordnung und Behandlung des Stoffes zufrieden und ich konnte meine Arbeiten an der dritten Auflage darauf beschränken, Veraltetes auszuschneiden und Neues nachzutragen. Daneben habe ich mich bemüht, die Ausdrucksweise zu verbessern.

In den Jahren seit dem Erscheinen der zweiten Auflage wurde es immer schwieriger, die ausländische Fachliteratur zu erhalten und seit dem Frühjahr 1945 konnte ich infolge der Nachkriegsereignisse weder in- noch ausländische Veröffentlichungen bekommen, so mag mir bereits während des Krieges manches entgangen sein, und inzwischen erschien wohl vieles Interessante über die Kriegsentwicklungen im Ausland, worüber zu berichten ich leider nicht in der Lage bin.

M ü n c h e n , im März 1947.

**P. M. Pffier.**

## Vorwort zur ersten Auflage.

Die elektrischen Meßgeräte und Meßverfahren dienen nur in beschränktem Umfang der Messung elektrischer Größen als Selbstzweck, weitaus häufiger ist die elektrische Größe nur ein Maßstab für andere, nichtelektrische Werte. Die ungeheure Ausdehnung dieses Gebietes und die großen Vorzüge elektrischer Messung haben mich ermutigt, in einer besonderen Arbeit die Möglichkeiten der Umwandlung mechanischer Größen in elektrische und der mechanischen Beeinflussung elektrischer Stromkreise erschöpfend zu behandeln. Dabei habe ich mich bewußt auf die mechanischen Grundgrößen Weg, Kraft und Zeit sowie ihre Differentialquotienten Geschwindigkeit und Beschleunigung beschränkt und die Sondergebiete der akustischen, hydraulischen, pneumatischen und wärmetechnischen Messungen, der Meteorologie, Ballistik, See- und Luftfahrt außer Betracht gelassen, da die Meßgrößen dieser Sonder-

gebiete auf die fünf mechanischen Grundgrößen zurückgeführt werden können und die Anpassung der Meßwertgeber an besondere Anforderungen im allgemeinen wenig Schwierigkeiten macht. Die in dem Abschnitt der Anwendungsverfahren gezeigten Geräte sind deshalb auch nur als Ausführungsbeispiele zu werten. Die häufigere Erwähnung des Namens Siemens & Halske gegenüber anderen erklärt sich zwanglos aus dem vielseitigen Fertigungsprogramm und meiner Tätigkeit im Meßgerätelaboratorium dieser Firma; man verzeihe mir diese Einseitigkeit. Ich selbst aber möchte der Siemens & Halske AG. sowie allen anderen Firmen, die mir Unterlagen zur Verfügung stellten, für ihre liebenswürdige Unterstützung meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Bei der zeichnerischen Darstellung der Geräte und Schaltungen habe ich mich im wesentlichen an die Darstellung in den „Schaltzeichen und Schaltbildern für Starkstromanlagen“ und in den „Schaltzeichen für Fernmeldeanlagen DIN VDE 700 bis 719“ gehalten und nur da, wo mir die Kurzzeichen für den weniger Geübten mißverständlich erschienen, eine ausführlichere Darstellung gewählt.

Berlin, im Januar 1940.

**P. M. Pflier.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Grundlagen der elektrischen Messung . . . . .	1
I. Vorzuge elektrischer Meßgeräte . . . . .	1
II. Die Maßstabeigenschaften der elektrischen Meßgeräte . . . . .	2
1. Genauigkeit . . . . .	2
2. Spannungseinfluß . . . . .	4
a) Spannungsgleichhalter . . . . .	6
b) Spannungsunabhängige Meßgeräte . . . . .	13
3. Frequenz- und Temperatureinfluß . . . . .	19
4. Auflösungsvermögen . . . . .	21
5. Übertragungsentfernung . . . . .	22
6. Ausführung von Rechenoperationen . . . . .	23
B. Umwandlung mechanischer in elektrische Größen	29
I. Physikalischer Zusammenhang zwischen mechanischen und elektrischen Eigenschaften . . . . .	30
1. Abmessungen und Widerstand eines Leiters . . . . .	30
2. Harte und spezifischer Widerstand . . . . .	31
3. Elastischer Spannungszustand und spezifischer Widerstand . . . . .	33
4. Elastischer Spannungszustand und Permeabilität . . . . .	34
5. Elastischer Spannungszustand und Thermokraft . . . . .	36
6. Absorption von Röntgenstrahlen . . . . .	37
II. Erzeugung einer elektrischen Größe durch eine mechanische . . . . .	39
1. Induktionsgesetz . . . . .	39
a) Spannungsgeber . . . . .	39
b) Frequenzgeber . . . . .	42
2. Piezoelektrizität . . . . .	42
III. Mechanische Beeinflussung eines elektrischen Stromkreises . . . . .	44
1. Impulssender . . . . .	44
2. Widerstandssender . . . . .	46
3. Lichtelektrische Sender . . . . .	56
4. Kapazitive Sender . . . . .	61
5. Induktive Sender . . . . .	68

	Seite
C. Meßverfahren . . . . .	73
I. Wegmessung . . . . .	73
1. Stellungsanzeige . . . . .	73
2. Elektrische Mikrometer . . . . .	83
3. Dickenmesser für Drahte, Bänder, Platten und Rohre . . . . .	94
4. Messung von Auftragsdicken . . . . .	107
II. Kraftmessung . . . . .	113
1. Dehnungsmesser . . . . .	113
2. Drehmomentmesser . . . . .	121
3. Druckmeßdosen . . . . .	126
4. Schnittkraftmesser . . . . .	130
5. Zugkraftmesser . . . . .	133
6. Druckindikatoren . . . . .	135
III. Geschwindigkeitsmessung . . . . .	148
1. Drehzahlmessung . . . . .	148
2. Schlupfmessung . . . . .	156
3. Messung von Fahrzeuggeschwindigkeiten . . . . .	159
4. Schnittgeschwindigkeitsmesser . . . . .	160
5. Messung von Geschoßgeschwindigkeiten . . . . .	160
IV. Messung von Beschleunigungen, Schwingungen und Erschütterungen . . . . .	163
1. Drehbeschleunigungsmesser . . . . .	163
2. Schwingungsmesser . . . . .	166
V. Zeitmessung . . . . .	179
1. Synchronuhren . . . . .	179
2. Zeitregistriergeräte . . . . .	188
3. Kurzzeitmesser . . . . .	212
4. Zeitwaagen . . . . .	219
Schrifttum . . . . .	231
Namenverzeichnis . . . . .	250
Sachverzeichnis . . . . .	253