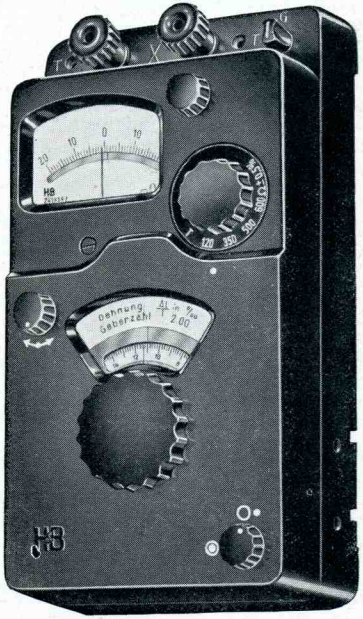
HARTMANN & BRAUN
A-G FRANKFURT/MAIN

H&B

Pontavi D

Kleine Dehnungs-Meßbrücke



EB 29-1

Gebrauchsanweisung

Anwendungsgebiet

Die HBM-Dehnungsmeßbrücke PONTAVI D dient zur Ermittlung der statischen und dynamischen Beanspruchung von Werkstoffen in Verbindung mit Dehnungsmeßstreifen. Da diese Dehnungsmeßstreifen, die auch mit „Dehnungsgeber" oder kurz nur mit „Geber" bezeichnet werden, lediglich auf das zu untersuchende Werkstück aufgeklebt zu werden brauchen, lassen sie sich sehr vielseitig verwenden, so z. B. bei der Untersuchung von Stahl- und Leichtmetall-Konstruktionen wie Brücken, Kranen, Flugzeugtragflächen, dann von Maschinenteilen, Fahrzeugen, Eisenbahnschienen, Eisenbahnschwellen, Bergwerkstempeln, wie auch in der Werkstoff-Forschung allgemein.

Durch die leichte, handliche Ausführung des PONTAVI D lassen sich z. B. bei umfangreichen Versuchsanordnungen mit vielen Meßstellen die Dehnungsmeßstreifen schon beim Kleben überwachen.

Da als Stromquelle eine eingebaute normale Taschenlampenbatterie verwendet wird, sind die Messungen mit dem PONTAVI D unabhängig vom Netz.

Meßgrundlagen

Die Dehnungs-Meßstreifen, die in einer Kunststoff- oder Papierhülle dünne Drähte aus elektrischem Widerstandsmaterial enthalten, werden auf die Oberfläche des zu untersuchenden Werkstückes aufgeklebt und machen so zwangsläufig jede durch Zug oder Druck hervorgerufene Formänderung dieses Werkstückes mit. Die Drähte des Meßstreifens ändern dabei abhängig von ihrer Dehnung oder Stauchung

ihren elektrischen Widerstand. Diese relative (prozentuale) Widerstandsänderung, die innerhalb der Elastizitätsgrenze des untersuchten Werkstoffes also der Beanspruchung proportional und damit zugleich auch ein Maß für diese ist, wird mit Hilfe der Dehnungsmeßbrücke gemessen.

Das Verhältnis von Widerstandsänderung zur Dehnung hängt von dem jeweils verwendeten Dehnungsmeßstreifen ab. Das Verhältnis wird mit g (gelegentlich auch mit k) bezeichnet und „Geberzahl" oder „Empfindlichkeitsfaktor" genannt. Zwischen dieser durch das Material der Dehnungsmeßstreifen bedingten Konstanten g, der relativen Widerstandsänderung $\frac{\Delta R}{R}$ und der relativen Verformung $\frac{\Delta l}{l}$ besteht also die Beziehung

$$\frac{\Delta R}{R} : \frac{\Delta l}{l} = g \qquad (1)$$

Je nach Herstellerfirma der Meßstreifen liegen diese Geberzahlen zwischen 1,9 und 2,6. Am meisten gebräuchlich sind Dehnungsmeßstreifen mit der Geberzahl 2,00 z. B. der Firma Philips in Eindhoven, oder solche mit der Geberzahl 2,50 der Firmen Huggenberger in Zürich und Gustafsson in Stockholm.

Für die beiden vorwiegend gebräuchlichen Geberzahlen 2,00 und 2,50 sind beim PONTAVI D neben einer Skala für 40...0...40 ‰ Widerstandsänderung noch zwei weitere Skalen vorhanden, welche die relative Dehnung $\frac{\Delta l}{l}$ in ‰ direkt abzulesen gestatten. Für Dehnungsstreifen mit der Geberzahl 2,00 ergibt sich dementsprechend ein Meßbereich von 20...0...20 ‰, für solche mit der Geberzahl 2,50 ein Dehnungsmeßbereich von 16...0...16 ‰.

Beim PONTAVI D entspricht ein ganzer Skalenteil der Dehnungsskala einer Dehnung von 0,2 ‰. Es können jedoch noch Zehntel-Skalenteile abgeschätzt werden. Bei Stahl mit dem Elastizitätsmodul $E = 2 \cdot 10^4$ kg/mm² entspricht ein Skalenteil einer inneren Spannung $\sigma = 4$ kg/mm². Hierbei ist

$$\sigma = \frac{\Delta l}{l} \cdot E \qquad (2)$$

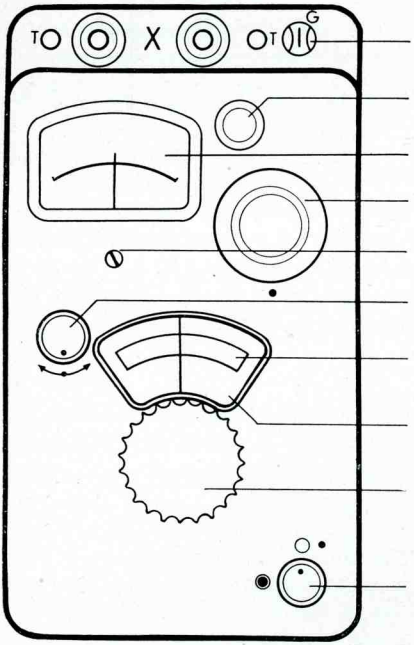


Bild 1

Beschreibung

Die **Dehnungsmeßbrücke PONTAVI D** enthält in ihrem Preßstoffgehäuse sämtliche zur Messung notwendigen Bauelemente:

1. Eine Wheatstone'sche Schleifdraht-Meßbrücke mit einem empfindlichen Drehspul-Zeigergalvanometer (mit kurzschließbarem Vorwiderstand) für Messungen nach der Null- und Ausschlagmethode,

2. eine normale Taschenlampenbatterie (4,5 V) als Stromquelle

3. vier Vergleichswiderstände für Messungen ohne Kompensationsstreifen,

4. einen Ein- und Ausschalter, Anschlußklemmen für die Meß- und Kompensationsstreifen, Anschlußbuchsen (an der rechten Seite des Gehäuses) für eine zusätzliche Meßspannungsquelle und Anschlußbuchsen für ein zusätzliches Anzeige- oder Registriergerät.

Die Prinzipschaltung des PONTAVI D ist in Bild 2 dargestellt. Die Wheatstone'sche Brückenschaltung hat beim PONTAVI D einen Meßbereich von ± 40 ‰ Widerstandsänderung.

Die durch den Skalenknopf einstellbare Skalenscheibe ist, wie bereits oben erwähnt, mit drei Teilungen versehen. Durch eine mittels Stellknopfes (Bild 1) verstellbare Blende ist jedoch jeweils nur eine Skala im Skalenfenster sichtbar. Ein Spiegelbogen gestattet eine genaue parallaxenfreie Ablesung. Die Widerstandsänderung kann bei abgeglichener Brücke direkt auf 0,5 ‰ genau abgelesen und auf 0,1 ‰ abgeschätzt werden.

Das eingebaute Zeigergalvanometer dient zum Nullabgleich der Brücke. Es ist so empfindlich, daß die Ablesegenauigkeit auf der Skalenscheibe voll ausgenutzt werden kann. Ein vorgeschalteter Widerstand, der beim Feinabgleich der Brücke durch Betätigung des Tastschalters G überbrückt wird, dient zur Herabsetzung der Empfindlichkeit beim Grobabgleich. Der Tastschalter G kann nach dem Herunterdrücken durch Rechtsdrehen festgestellt werden.

Für die Taschenlampenbatterie (4,5 V) ist ein Fach auf der Unterseite des Preßstoffgehäuses vorhanden. Anstelle der eingebauten Taschenlampenbatterie kann nach deren Entfernen auch eine äußere Gleichspannungsquelle (Akkumulator, Gleichrichter) Verwendung finden. Sie wird an den seitlichen Buchsen angeschlossen (positiver Pol an die untere Buchse). Die Höhe der außen angelegten Spannung, die sich nach der Belastbarkeit der Meßstreifen richtet, kann im allgemeinen bis zu 20 V betragen. Die Anzeige-Empfindlichkeit der Brücke erhöht sich dabei proportional mit der Spannung.

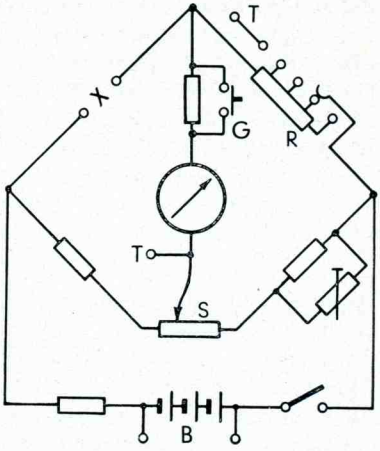


Bild 2
Prinzipschaltung des Pontavi D

Messungen mit dem PONTAVI D

Das PONTAVI D eignet sich für Dehnungsmessungen nach der Null- und nach der Ausschlagmethode, wobei unter „Dehnung" sowohl die positive als auch die negative Dehnung, wie Stauchung und Schrumpfung zu verstehen ist.

Bei beiden Meßmethoden ist vor Beginn der eigentlichen Dehnungsmessung ein Nullabgleich der Meßbrücke erforderlich. Dieser Abgleich erfolgt nach dem Aufkleben und Anschließen der Dehnungsmeßstreifen bei unbelastetem Prüfstück mit Hilfe des eingebauten Drehwiderstandes (siehe Bild 1 auf Seite 4).

Die Nullmethode wird zum genauen Messen von statischen Dehnungen angewandt. Im allgemeinen, wenn es auf hohe Meßgenauigkeit ankommt, wird außer dem „aktiven" Dehnungsmeßstreifen noch ein „Kompensationsstreifen" an der Meßbrücke angeschlossen, um den Einfluß von Temperaturschwankungen zu kompensieren. Statt des Kompensationsstreifens kann jedoch auch ein veränderbarer Vergleichswiderstand (siehe Seite 11 und 12) verwendet werden, dessen Widerstandswert dem des Kompensationsstreifens entspricht.

Für Messungen, die schnell und ohne größeren Aufwand durchgeführt werden sollen, und bei denen keine sehr hohe Genauigkeit verlangt wird, ist beim PONTAVI D jedoch kein Kompensationsstreifen oder zusätzlicher Vergleichswiderstand, sondern nur ein Meßstreifen erforderlich. Mit Hilfe des Stufenschalters (Bild 1) wird in diesem Falle einer der vier im PONTAVI D eingebauten Vergleichswiderstände eingeschaltet. Die eingebauten Widerstände entsprechen den Widerstandswerten der meisten handelsüblichen Meßstreifen.

Die Ausschlagmethode kommt vorwiegend für die Messung dynamischer Dehnungen in Betracht, oder wenn eine Registrierung der Vorgänge gewünscht wird.

Da der Ausschlag des Galvanometers bei der Ausschlagmethode nicht nur von der Widerstandsänderung, sondern auch von dem Widerstand des Dehnungsmeßstreifens und von der Höhe der Batteriespannung abhängt, muß vor Durchführung der Messung eine Eichung des Galvanometers vorgenommen werden.

Sehr kleine Dehnungen (unter 0,2‰) lassen sich auf der Skalenscheibe nicht mehr ablesen. Für die Anwendung der Ausschlagmethode ist dabei die Empfindlichkeit des eingebauten Galvanometers nicht mehr ausreichend. Es ist jedoch möglich, ein empfindlicheres Galvanometer außen zusätzlich am PONTAVI D anzuschließen, mit dem noch Dehnungen bis zu 10^{-6} gemessen werden können.

Beim Bestimmen von Biegungs- und Torsions-Beanspruchungen geht die mechanische Verformung des zweiten Meßstreifens ebenfalls in die Messung ein, wenn dieser zweckmäßig angeordnet wird.

Bei der Bestimmung von Biegungsbeanspruchungen wird je ein Meßstreifen auf die Zug- und Druckseite des Prüfstückes geklebt. Wird nun der eine Meßstreifen in den Meßzweig und der andere in den Vergleichszweig des PONTAVI D geschaltet, so ergibt sich eine Verdoppelung des Ausschlages am Galvanometer.

Bei der Messung von Torsionsbeanspruchungen werden beide Streifen über Kreuz, 45° zur Verdrehungsachse, auf das Werkstück geklebt und angeschlossen. Es ergibt sich ebenfalls eine Verdoppelung des Galvanometerausschlages. Einzelheiten gehen über den Rahmen dieser Schrift hinaus. Wir bitten diese im Schrifttum nachzulesen. Ein kurzes Schrifttumsverzeichnis befindet sich auf Seite 23.

Einsetzen der Batterie

Nach Abnehmen des auf der Unterseite des Gerätes befindlichen Deckels muß zunächst eine Taschenlampenbatterie eingesetzt werden. Kurze Zunge (+ Pol) an die mit + bezeichnete Messingklemme. Dann schlägt das Galvanometer in der Drehrichtung der Skalenscheibe aus (Bild 1), was den Abgleich erleichtert.

Messung von statischen Dehnungen mit einem Meßstreifen (Nullmethode)

Um das PONTAVI D meßbereit zu machen, ist wie folgt zu verfahren:

1. Meßstreifen an das Meßobjekt nach besonderer Vorschrift aufkleben und über Leitungen nicht zu hohen Widerstandes an die beiden X-Klemmen der Meßbrücke anschließen (Bild 3).
2. Stufenschalter (Bild 1) auf den Widerstandswert des verwendeten Meßstreifens einstellen. Die meisten handelsüblichen Meßstreifen haben die Widerstandswerte 120, 350, 500 oder 600 Ohm, die am Stufenschalter angegeben sind.
3. Die der Geberzahl (2,00 oder 2,50) des verwendeten Meßstreifens zugeordnete Dehnungsskala durch Verstellen der Blende wählen und die Skalenscheibe auf den Skalenteil 0 stellen.
4. Durch Linksdrehen des Stromquellenschalters die Batterie einschalten.

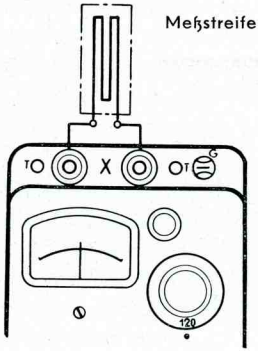


Bild 3
PONTAVI D mit nur einem Meßstreifen

5. Mit Hilfe des Drehwiderstandes das Galvanometer auf Null stellen.
6. Den Vorwiderstand des Galvanometers durch Drücken und Rechtsdrehen des Schalters G kurzschließen, um die volle Empfindlichkeit des Galvanometers auszunutzen. Erforderlichenfalls die Nullstellung des Galvanometers mit dem Drehwiderstand korrigieren.

Die Dehnungsmeßbrücke ist nunmehr meßbereit.

Bei mechanischer Belastung und Verformung des Meßobjektes wird der Widerstand des Meßstreifens verändert, und das Galvanometer im PONTAVI D schlägt aus. Der Skalenknopf des PONTAVI D muß nunmehr soweit gedreht werden, bis das Galvanometer wieder auf Null steht. Die prozentuale Dehnung kann dann auf der im Skalenfenster sichtbaren Dehnungsskala abgelesen werden.

Falls es nicht möglich ist, das Galvanometer mit Hilfe des Drehwiderstandes auf Null abzugleichen (siehe oben Absatz 5), so weicht der Widerstand des Meßstreifens mehr als 0,5 %

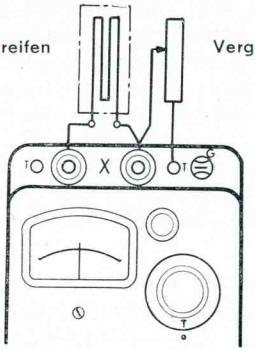


Bild 4
PONTAVI D mit Meßstreifen und besonderem Vergleichswiderstand

von dem im PONTAVI D eingebauten Vergleichswiderstand ab. Man muß dann entweder mit einem zusätzlichen Kompensationsstreifen arbeiten (siehe Seite 14 bis 16) oder einen entsprechenden Vergleichswiderstand anschließen (Schaltung gemäß Bild 4). Der Stufenschalter am PONTAVI D muß dabei auf T gestellt werden.

Als Vergleichswiderstand kann entweder ein feinstufig regelbares Potentiometer oder ein Stöpsel- bzw. Kurbelwiderstand verwendet werden, der gleich dem Widerstand des Dehnungsmeßstreifens nebst Zuleitung ist.

Haben die benutzten Meßstreifen eine Geberzahl, die von 2,00 bzw. 2,50 abweicht, so muß am PONTAVI D die Widerstandsskala benutzt und die Dehnung errechnet werden nach der Formel:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{g} \qquad (3)$$

Beispiele:

a) Es findet ein Geber von 600 Ohm mit der Geberzahl g = 2,02 in Einzelschaltung Verwendung. (Schaltung gemäß Bild 3. Der Stufenschalter muß jedoch auf 600 Ohm gestellt werden.) Da es sich um eine Orientierungs-Messung handelt, soll die Skala mit der Geberzahl 2,00 Verwendung finden.

Nach Anschluß des Gebers wird die Brücke im unbelasteten Zustand des Prüflings, wie oben beschrieben, abgeglichen.

Durch die Belastung des Prüflings schlägt das Galvanometer nach rechts aus. Durch Drehen der Skalenscheibe nach links (wenn die Batterie richtig gepolt ist) wird das

Galvanometer wieder auf den Nullwert gebracht. Der Feinabgleich erfolgt nach Drücken des Tastschalters G. Die Größe der Dehnung wird an der Skala abgelesen.

b) Es findet ein Geber von 350 Ohm mit der Geberzahl g = 2,55 in Einzelschaltung Verwendung. Infolge ungünstiger Verhältnisse beträgt der Widerstand der Verbindungsleitungen 3 Ohm. Da dieser Wert mehr als 0,5 % von 350 Ohm abweicht, läßt sich die Brücke mit Hilfe der eingebauten Vergleichswiderstände nicht mehr abgleichen. Der Stufenschalter muß daher auf T gestellt und zwischen die rechten Klemmen X und T (Schaltung gemäß Bild 4) ein Zusatzwiderstand von 353 Ohm ± 0,5 % geschaltet werden. Am zweckmäßigsten findet ein kleiner Kurbelwiderstand (z. B. der HBM-Einzeldekaden-Widerstand Type WLK) Verwendung. Aber auch ein kleines, aus der Radiotechnik her bekanntes Potentiometer oder ein einfacher Drahtwiderstand mit Abgleichschelle kann Verwendung finden.

Der an der Brücke angeschlossene Vergleichs-Widerstand wird mit Hilfe der Brücke selbst abgeglichen. Der Feinabgleich erfolgt in allen Fällen wieder nach Betätigen des Tastschalters G.

Es soll angenommen werden, daß die Genauigkeit der Skala für g = 2,50 nicht ausreichend ist. Man benutzt daher die Widerstandsskala, auf der beispielsweise bei belastetem Prüfling und abgeglichener Brücke der Wert 6,25 ‰ abgelesen wird. Nach Anwenden der Formel (3)

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta R}{R} \cdot \frac{1}{g}$$

ergibt sich durch Division eine Dehnung von $\frac{6{,}25}{2{,}55} = 2{,}45$ ‰.

Messung von statischen Dehnungen mit einem Meßstreifen und einem Kompensationsstreifen (Nullmethode)

Wenn es auf hohe Meßgenauigkeit ankommt, ist es zweckmäßig, statt des im PONTAVI D eingebauten Vergleichswiderstandes einen zweiten Dehnungsmeßstreifen als „Kompensationsstreifen" in den gegenüberliegenden Brückenzweig am PONTAVI einzuschalten, um die durch Temperaturschwankungen bedingten Widerstandsänderungen des Meßstreifens zu kompensieren.

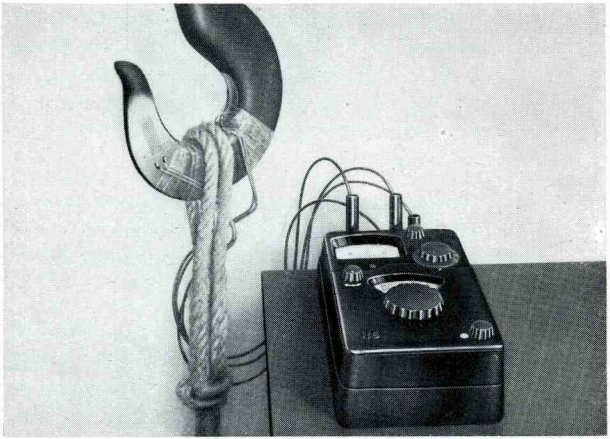


Bild 5

Messung mit „aktivem" Meßstreifen und Kompensationsstreifen. Der aktive Meßstreifen befindet sich rechts, der Kompensationsstreifen links am Kranhaken.

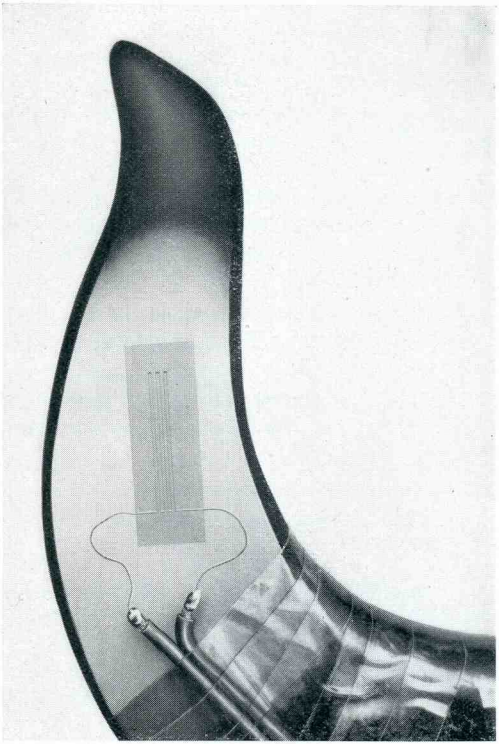


Bild 6

Kompensationsstreifen am Kranhaken. Er ist der gleichen Temperatur ausgesetzt, wie der aktive Meßstreifen, unterliegt an dieser Stelle des Kranhakens jedoch keiner mechanischen Verformung.

Dieser Kompensationsstreifen muß bei Zug- und Druckbeanspruchung in der Nähe des „aktiven" Dehnungsmeßstreifens, entweder auf das Meßobjekt quer zur Dehnungsrichtung oder auf einem gleichen Stück Material angebracht werden, wo er der gleichen Temperatur wie der Meßstreifen ausgesetzt ist, jedoch keiner mechanischen Verformung bei Belastung des Meßobjektes unterliegt.

Kompensationsstreifen und Meßstreifen müssen gemäß Bild 7 angeschlossen werden. Der Stufenschalter muß auf T gestellt werden. Im übrigen ist, wie oben beschrieben, zu verfahren.

Bei Biegungs- und Torsionsmessungen werden die beiden Meßstreifen ebenfalls gemäß Bild 7 angeschlossen. Da beide Meßstreifen bei richtiger Anordnung entgegengesetzt beansprucht werden, ist der vom PONTAVI D angezeigte Wert doppelt so hoch und bei der Auswertung des Meßergebnisses zu halbieren.

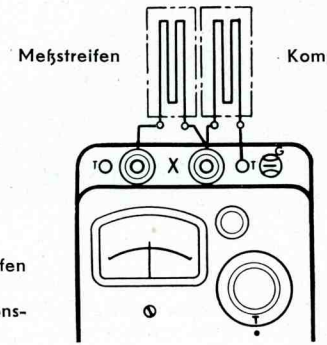


Bild 7

PONTAVI D mit Meßstreifen und Kompensationsstreifen

Messung von dynamischen Dehnungen
(Ausschlagmethode)

Wenn sich die Dehnung des Meßobjektes so schnell ändert, daß die Zeit zum Abgleichen des PONTAVI D nicht mehr ausreicht, so kann bei nicht zu schneller Veränderung des Meßobjektes die Ausschlagmethode angewendet werden. Die Meßstreifen (und gegebenenfalls die Kompensationsstreifen) werden zunächst, wie oben beschrieben, angeschlossen und die Meßbrücke wird in bekannter Weise mit Hilfe des Drehwiderstandes auf Null abgeglichen.

Nunmehr muß das Galvanometer geeicht werden. Zu diesem Zweck wird bei aufgeklebtem, jedoch unbelastetem Meßstreifen der Skalenknopf so weit gedreht, bis das Galvanometer 20 Skalenteile ausschlägt. Dieser Ausschlag entspricht damit dem auf der Skalenscheibe angezeigten Dehnungswert. Nunmehr muß die Meßbrücke erneut mit dem Drehwiderstand auf Null abgeglichen werden.

Die Dehnungsmessung erfolgt nun so, daß bei Belastung des Meßobjektes und Dehnung des Meßstreifens der Galvanometerausschlag abgelesen wird. Die Dehnungswerte müssen gemäß der vorher beschriebenen Eichung ausgerechnet werden.

Man kann auch den gesamten Skalenbereich des eingebauten Galvanometers ausnützen, wenn der Galvanometerausschlag nur in e i n e r Richtung erfolgt. Es braucht dann dazu lediglich die Ruhestellung des Nullinstrumentes durch Verstimmen der Meßbrücke an ein Ende der Skala gelegt zu werden.

Beispiel:

Es soll die Belastung des Stempels einer Exenter-Presse gemessen werden. Da die Dauer der Belastung nur kurz ist, läßt sich das Galvanometer in dieser Zeit nicht auf Null abgleichen, und man muß daher die Ausschlagmethode anwenden.

Bei unbelastetem Meßobjekt wird das Galvanometer zuerst auf Null abgeglichen. Dann wird die Meßbrücke so weit durch Drehen der Skalenscheibe verstimmt, bis das eingebaute Galvanometer um 10 Skalenteile ausschlägt. Die entsprechende Belastung kann jetzt auf der Skalenscheibe bei der zugehörigen Geberzahl (z. B. 2,50 auf der mittleren Skala) abgelesen werden.

Es sei beispielsweise 0,62‰ abgelesen. Dieser Wert entspricht also einem Ausschlag von 10 Skalenteilen.

Bei Belastung des Meßobjektes schlägt nun das Galvanometer 4,2 Skalenteile aus. Dies entspricht umgerechnet einer Dehnung von 0,26‰ und damit einer Belastung von 5 kg/mm² bei Stahl.

Bei der Messung ist jedoch zu beachten, daß die Dauer der Belastung des Meßobjektes mindestens so groß sein muß wie die Einstellzeit des Galvanometers (etwa 0,8 s bei dem eingebauten Instrument).

Anschließen eines zusätzlichen Galvanometers

Das eingebaute Galvanometer besitzt eine ausreichende Empfindlichkeit, um die auf der Skalenscheibe ablesbaren Dehnungswerte genügend genau abzugleichen. Mit Hilfe der Ausschlagmethode ist es jedoch möglich, praktisch beliebig kleine Dehnungen zu messen, wenn ein empfindlicheres Galvanometer zur Verfügung steht. Ein zusätzliches Galvanometer muß gemäß Bild 8 auf Seite 20 angeschlossen werden.

Die Empfindlichkeit des zusätzlichen Galvanometers wird nur dann voll ausgenutzt, wenn der eingebaute Galvanometer-Vorwiderstand nicht überbrückt ist, da dann der Brückenstrom nahezu vollständig durch das äußere Instrument fließt. Der Tastschalter G darf also nicht gedrückt werden, wenn ein zusätzliches Brückengalvanometer verwendet wird.

Bei hochempfindlichen Galvanometern soll der äußere Grenzwiderstand, bei anderen Galvanometern der innere Widerstand etwa 200 bis 500 Ohm betragen, damit die Empfindlichkeit voll ausgenutzt werden kann.

Besonders zweckmäßig ist die Verwendung von Lichtmarken-Galvanometern, da sie hohe Empfindlichkeit mit bequemer Handhabung verbinden. Das für diesen Zweck besonders geeignete HBM-Lichtmarken-Galvanometer HLM 2 ergibt z. B. bei einer Dehnung von 10^{-5} einen Ausschlag von 1 Skalenteil. Die Lichtquelle des Lichtmarken-Galvanometers kann direkt an eine 6 V-Batterie angeschlossen werden, die eine Belastung von 0,5 A gestattet.

Anschließen eines Registrierinstrumentes

Das Anschließen eines Registrierinstrumentes erfolgt in der gleichen Weise wie das oben beschriebene Anschließen eines Galvanometers (Bild 8).

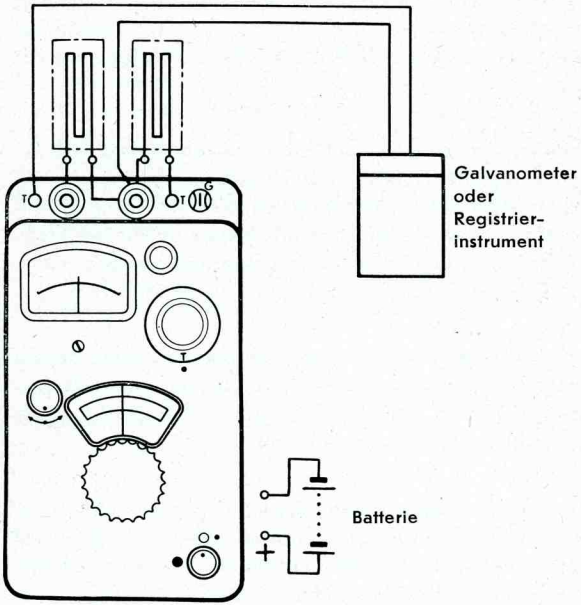


Bild 8
PONTAVI D mit zusätzlichem Galvanometer oder Registrierinstrument. Das Bild zeigt ebenfalls die Anschlußmöglichkeit einer zusätzlichen Stromquelle zur Erhöhung der Meßempfindlichkeit.

Bei sich sehr langsam ändernden Dehnungen kann zum Aufzeichnen ein HBM-Punktschreiber Verwendung finden. Geeignet ist die Type THL mit Drehspulmeßwerk 9495 mit einer Empfindlichkeit von 15 µA Vollausschlag. Die Einstellzeit dieses Gerätes beträgt 8 Sekunden. Eine Dehnung des Meßobjektes von etwa 1 ‰ bewirkt Vollausschlag des Punktschreibers bei einer Meßspannung von 20 V.

HBM-Sechsfarben-Punktschreiber können infolge des eingebauten Meßstellen-Umschalters gleichzeitig zum Registrieren von 6 verschiedenen Meßstellen Verwendung finden. Da die HBM-Punktschreiber mit Uhrwerk-Antrieb geliefert werden, sind diese Registrierinstrumente, ebenso wie das PONTAVI D, unabhängig vom Netz.

Ist die Einstellzeit eines Punktschreibers zu lang, so kann unter Zwischenschaltung eines Gleichstromverstärkers ein Linienschreiber verwendet werden, der eine fortlaufende Kurve mit Tinte aufzeichnet.

Auf einen Verstärker kann jedoch in vielenFällen verzichtet werden, wenn der HBM-Lichtpunkt-Linienschreiber Verwendung findet.

Dieser Schreiber ermöglicht durch Verwendung eines Spezial-Fotopapieres ohne Entwicklung und Fixierung eine direkte Aufzeichnung der Kurve und gestattet die Benutzung sich schnell einstellender hochempfindlicher Drehspulmeßwerke. Besonders geeignet ist die Meßwerktype Hkkl 403. Dieses Galvanometer ermöglich noch Messungen bis zu 5 Hz ohne wesentlichen Amplitudenfehler und ergibt bei einer Dehnung von 2 ‰ einen Ausschlag über die ganze Breite des Registrierstreifens bei 20 V Brückenspannung.

Anschließen zusätzlicher Stromquellen

Bei Messungen nach der Ausschlagmethode und bei Registrierung kleiner Dehnungen kann, wie bereits erwähnt, die Meßempfindlichkeit des PONTAVI D durch Anschließen einer höheren Meßspannung wesentlich gesteigert werden. Die Höhe der Meßspanung wird jedoch durch die Belastbarkeit der Meßstreifen begrenzt und darf meist 20 V nicht übersteigen. Das Doppelte der an den Meßstreifen zulässigen elektrischen Spannung darf jedoch keinesfalls überschritten werden. Die zulässige Strombelastung für die Meßstreifen wird vom Hersteller jeweils angegeben.

Die im PONTAVI D eingebaute Taschenlampenbatterie muß herausgenommen werden, bevor eine äußere Gleichspannungsquelle an die beiden seitlichen Buchsen des Gerätes angeschlossen wird (Bild 8).

Anschluß an Wechselstrom

Es ist auch möglich, zum Speisen der Brückenschaltung des PONTAVI D eine Wechselspannung zu verwenden, wenn zum Nullabgleich ein geeigneter Anzeigeverstärker zur Verfügung steht. Die Höhe der Wechselspannung darf dabei die Höhe der normalerweise benutzten Gleichspannung jedoch keinesfalls übersteigen.

Da die Meßbrücke symmetrisch und mit fehlerwinkelfreien Widerständen aufgebaut ist, kann auf Kondensatoren zum Phasenausgleich bei symmetrischer Anordnung von Meß- und Kompensationsstreifen verzichtet werden.

Transport des PONTAVI D

Das PONTAVI D eignet sich infolge seiner handlichen Ausführung und seines geringen Gewichtes und auch wegen seiner Unabhängigkeit vom Netz besonders zum Messen auf Baustellen.

Die Spezial-Tragtasche aus Leder schützt das Instrument vor Beschädigungen und ermöglicht ein bequemes Transportieren.

Schrifttumsverzeichnis

ATM - V 91122-11 und 12

Dr. rer. nat. Kurt Fink: „Grundlagen und Anwendungen des Dehnungsmeßstreifens"
Verlag: Stahleisen, Düsseldorf

Prof. Dr. Dr. J. J. Koch: „Dehnungsmeßstreifen-Meßtechnik"
Verlag: Deutsche Philips GmbH, Hamburg 1

EB 29-1
5000 / 4. 52 / Rs