



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

Fachbereich Ingenieurwissenschaften II
Labor Messtechnik

Anleitung zur Laborübung

Messen mit Dehnmessstreifen (DMS)

Inhalt:

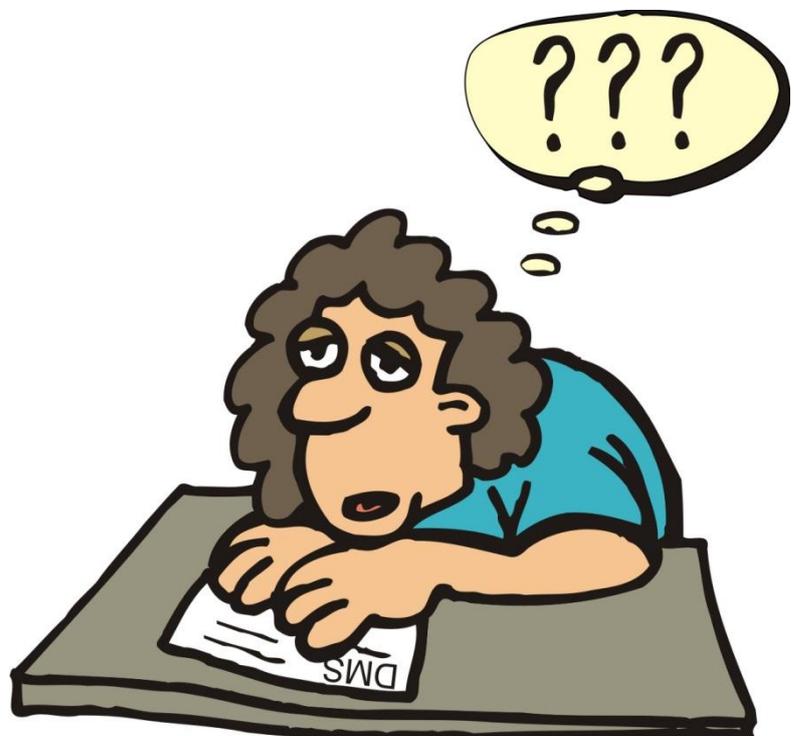
- 1 Ziel der Laborübung
- 2 Aufgaben zur Vorbereitung der Laborübung
- 3 Grundlagen
 - 3.1 Dehnmessstreifen (DMS)
 - 3.2 Wheatstone-Brücke
- 4 Beschaltung der DMS
 - 4.1 Brückenschaltung
 - 4.2 Brückenabgleich
- 5 Aufbau des Messplatzes
- 6 Messablauf

1 Ziel der Laborübung

- Kennenlernen von Dehnmessstreifen (DMS) und deren Einsatz
- Beschaltung einer Widerstandsmessbrücke nach Wheatstone
- Anwendung des Ohmschen Gesetzes
- Anwendung des Kirchhoffschen Gesetzes zur Stromteilung in Parallel- und Reihenschaltung

2 Aufgaben zur Vorbereitung der Laborübung

- Einarbeiten in die Laborübung nach dieser Anleitung
- Anwendung Ohmscher und Kirchhoffscher Gesetze
- Herausarbeitung von Funktion und Wirkungsweise der DMS
- Wheatstone-Brücke (Literaturtip: "Elektrische Messtechnik Grundlagen" von W. Richter, Verlag Technik Berlin)



3 Grundlagen

3.1 Dehnmessstreifen

Wirkungsweise

Unterzieht man einen Metalldraht einer Dehnung, so steigt sein elektrischer Widerstand. Im Bereich kleiner Dehnungen ($\Delta l/l < 10^{-2}$) gilt hierbei ein linearer Zusammenhang zwischen Dehnung und Widerstandsänderung.

Hierauf beruht die Wirkungsweise der Dehnmessstreifen (DMS).

Aufbau

Der DMS besteht aus einem isolierenden Trägermaterial und einem metallischen Widerstand in Form eines Messgitters.

Trägermaterial : Papier, Kunststoffolie, Glasfasergewebe

Messgitter : Draht, geätzte Folie, aufgedampfte Folie

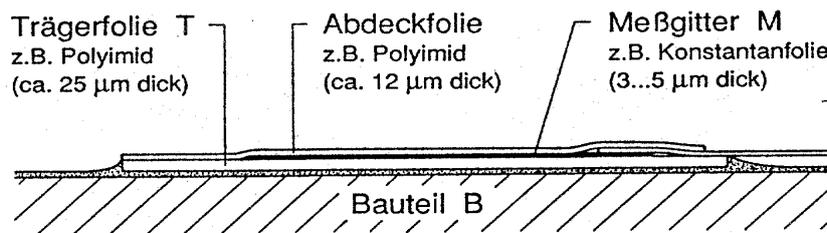
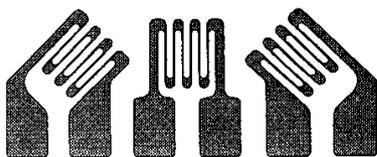


Bild 1: Aufbau DMS

Anwendung / Bauformen

Die Vielzahl der Anwendungsfälle erbrachte die unterschiedlichsten Bauformen, z.B. für die Erfassung mehrachsiger Spannungszustände gibt es speziell angepasste DMS-Rosetten.



3-ELEMENT-ROSETTE

DMS für medizinische Anwendungen

Der Einsatz von DMS beschränkt sich nicht nur auf übliche Konstruktionswerkstoffe, sondern erstreckt sich auch auf Anwendungen aus der Medizin. Belastungsuntersuchungen an Knochen wurden ebenso erfolgreich mit HBM-DMS durchgeführt wie Kaukraftmessungen an menschlichen Gebissen.

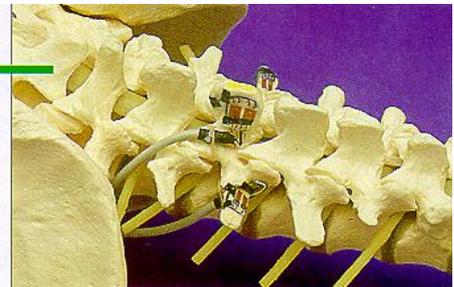


Bild 2: Bauformen der DMS

Bild 3: DMS - vielseitig in der Anwendung

Da die Widerstände der DMS sehr klein sind, bildet man zu ihrer messtechnischen Erfassung die Brückenschaltung. →

3.2 Wheatstone-Brücke

Prinzip

Die Widerstandsmessbrücke (Gleichstrom-MB) nach Wheatstone dient der quantitativen Erfassung einer elektrischen Größe (Strom, Spannung oder Widerstand). Die Wheatstone-Brücke ist eine universell genutzte Messschaltung, die in der Messpraxis meist als sog. Ausschlagbrücke betrieben wird, d.h. es wird nicht der abgeglichenen Zustand angestrebt, sondern es werden die Abhängigkeiten zur Messung veränderlicher Größen genutzt.

Aufbau

Bild 4 gibt schematisch den prinzipiellen Aufbau der Wheatstoneschen Brückenschaltung in den beiden heute üblichen Arten der zeichnerischen Darstellung wieder. Beide Arten sind elektrisch identisch und für Messungen mit Dehnmessstreifen üblich.

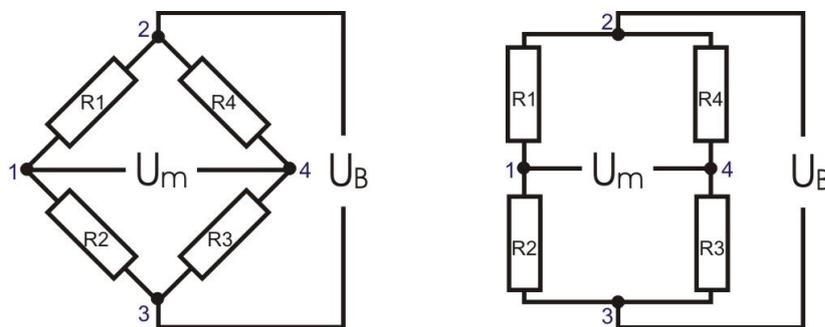
Die Brückenschaltung besteht aus vier Brückenzeigen mit den Widerständen R_1 bis R_4 .

U_B : Brückenspeisespannung

U_m : Brückenausgangsspannung (Messgröße)

2 und 3 : Anschlusspunkte der Brückenspeisespannung

1 und 4 : Anschlusspunkte zur Abnahme (Messung) der Brückenausgangsspannung



Abgleichbedingung:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3}$$

$$\Rightarrow U_m = 0 \text{ V}$$

Bild 4: Darstellungsweisen der Wheatstoneschen Brückenschaltung

Wirkungsweise

Der Effekt der Schaltung besteht darin, dass bei Speisung der Schaltung mit einer Spannung U_B an gegenüberliegenden Punkten, die Spannung U_m an den anderen beiden Eckpunkten gemessen werden kann. Die Ausgangsspannung U_m hängt von den Widerstandsverhältnissen innerhalb der vier Brückenzeige ab.

Sind z.B. alle vier Widerstände in den Brückenzeigen identisch, dann ist die Ausgangsspannung gleich Null. Tritt an einem Widerstand eine Änderung ein, so ist die dadurch bewirkte Ausgangsspannung ein Maß für diese Widerstandsänderung.

4 Beschaltung der DMS

4.1 Brückenschaltung

Im Messaufbau sind die vier Dehnmessstreifen so angeordnet, dass sich bei einer Belastung alle vier Widerstände (zwei gedehnte und zwei gestauchte) um einen kleinen Wert ΔR ändern.

Die signaladdierende bzw. signalkompensierende Wirkung der Wheatstoneschen Brückenschaltung, je nachdem ob die signalerzeugenden Widerstände in gegenüberliegenden oder benachbarten Brückenzweigen liegen, eröffnet eine Vielzahl von Möglichkeiten der Zusammenschaltung von Dehnmessstreifen zur Erfüllung bestimmter Messaufgaben. Die Wirkungen gleichsinniger Widerstandsänderungen in unmittelbar benachbarten Brückenzweigen subtrahieren sich, dagegen addieren sie sich in gegenüberliegenden Brückenzweigen. Man kann also gedehnte und gestauchte DMS in der Brückenschaltung so gruppieren, dass sich ihre Wirkungen unterstützen oder aufheben.

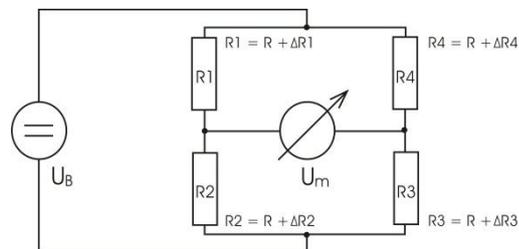


Bild 5: Beispiel gegenüberliegende und benachbarte Brückenzweige

- R_1 und R_3 bilden einen gegenüberliegenden Brückenzweig
- R_2 liegt benachbart zu R_1

4.2 Brückenabgleich

Es ist natürlich nicht so, dass eine DMS-Brückenschaltung nach dem Aufkleben und Verdrahten von vornherein exakt abgeglichen wäre und erst durch einen nachträglich auftretenden Dehnungsvorgang verstimmt würde. Der Messpunkt muss vielmehr durch einen Abgleich der Brückenschaltung hergestellt werden, da herstellungsbedingte Widerstandstoleranzen und Widerstandsänderungen durch unvermeidliche Verspannungen beim Aufkleben der DMS entstehen und zum Brückenungleichgewicht führen.

Mit Hilfe eines Potentiometers kann die Ausgangsspannung am Digitalmultimeter auf Null eingestellt werden.

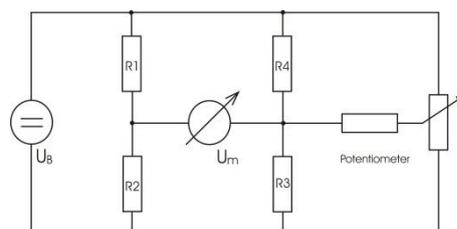


Bild 6: Brückenschaltung mit Nullpunkt-Einstellmöglichkeit

5 Aufbau des Messplatzes

An einem Stativ befindet sich ein Biegebalken mit rechteckigem Querschnitt. Auf diesem Biegebalken sind auf der Oberseite und Unterseite jeweils 2 DMS (A bis D) angeordnet. Wirkt nun eine Kraft in Richtung Unterseite, so erfahren die DMS auf der Oberseite eine Dehnung und auf der Unterseite eine Stauchung.

Jeder DMS hat einen Widerstand von 120 Ω und kann mit max. 30 mA betrieben werden. Am Labornetzgerät kann die erforderliche Speisespannung U_B eingestellt werden. Dabei darf der Gesamtstrom I_{ges} nicht überschritten werden. Dies kann am Digitalmultimeter überprüft werden.

Ein weiteres Digitalmultimeter dient zur Anzeige des Messwertes U_m .

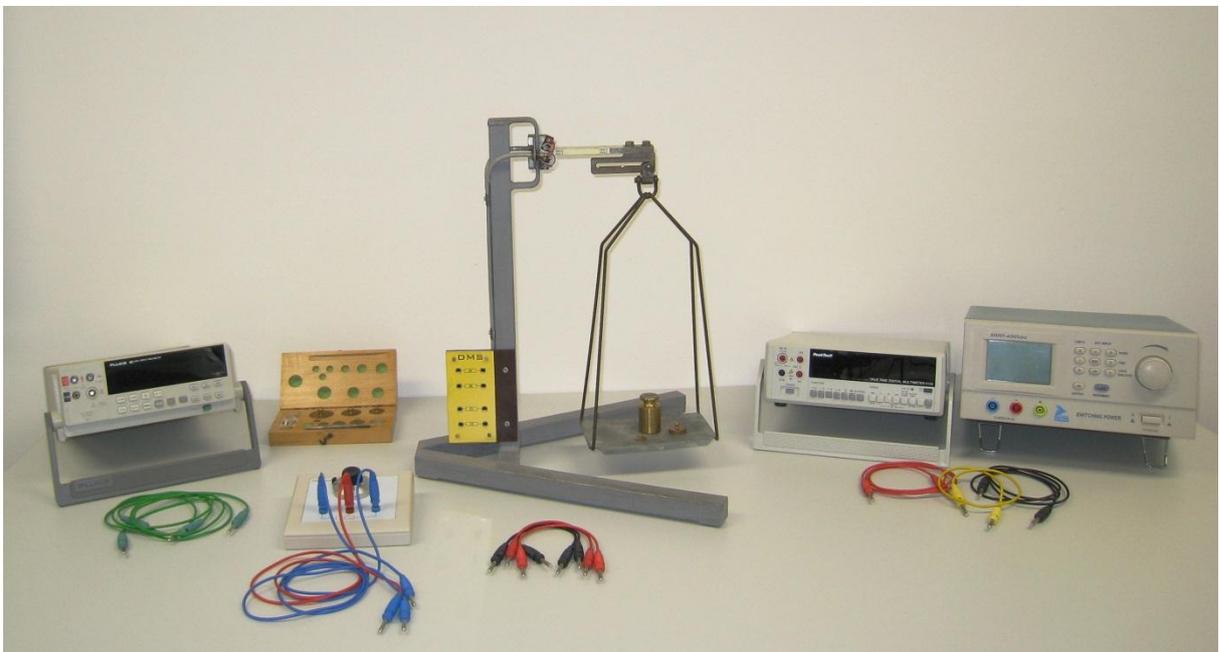


Bild 7: Messaufbau

6 Messablauf

- Beschriften Sie die Brückenschaltung zur Messung der Biegebeanspruchung im Messprotokoll.
- Berechnen Sie die einzustellenden Werte U_B und I_{ges} (siehe Pkt. 5).
- Bauen Sie die Messschaltung auf.
Die Geräte werden erst nach Rücksprache mit dem Laborpersonal eingeschaltet!
- Führen Sie den Nullabgleich mit dem Potentiometer durch.
- Nehmen Sie die Messwerte entsprechend der angegebenen Wägestücke lt. Protokoll auf. Skizzieren Sie die Funktion $U_m = f(m)$.
- Wählen Sie ein Probewerkstück und nehmen Sie den Messwert auf Grundlage der von ihm hervorgerufenen Verformung des Biegebalkens auf.
- Bestimmen Sie das Gewicht des Prüflings.
 - a) Schätzwert aus Grafik; zeichnen Sie den Messwert ein.
 - b) Bestimmen Sie den mathematischen Zusammenhang zwischen der Ausgangsspannung und dem Gewicht der Wägestücke. Berechnen Sie nun das Gewicht des Prüflings.
- Sie können das Ergebnis ihres Prüflings auf einer Waage überprüfen.
- Beschriften Sie die Brückenschaltung so, dass unabhängig von der Masse der Wägestücke immer der gleiche Spannungswert angezeigt wird (Abgleichbedingung). Bauen Sie diese Brückenschaltung auf.
Hinweis: Netzgerät auf 0 V runterregeln !
Geräte ausschalten !

Die Geräte werden erst nach Rücksprache mit dem Laborpersonal wieder eingeschaltet !