

# *Protokoll*

Versuch Nr. IX : Dehnungsmeßstreifen

Gruppe 18:

Tuncer Canbek	108096245659
Sahin Hatap	108097213237
Ilhami Karatas	108096208063
Valentin Tsiguelnic	108097217641

Versuchsdatum: 18.Mai 2000

Ziel des Versuchs war es in zwei Versuchen das Arbeiten mit Dehnungsmeßstreifen kennenzulernen. Im ersten Versuch wurde mit der Wheatstone`schen Brückenschaltung gearbeitet und der zweite Versuch wurde an einer Biegeplatte durchgeführt.

## Versuchsaufbau

### Wheatstone`sche Brückenschaltung:

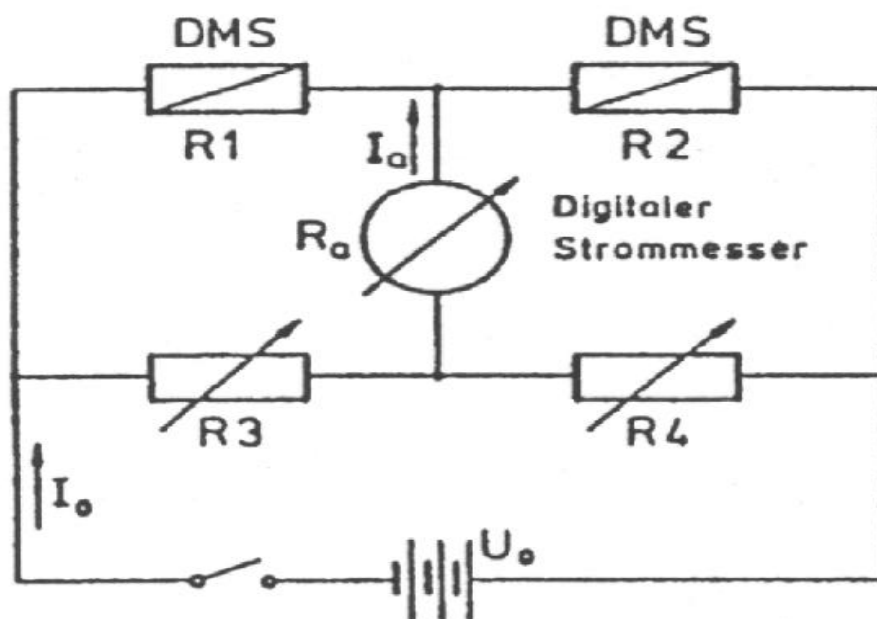


Abb. 1

Die Wheatstone`sche Brückenschaltung besteht aus zwei miteinander verbundenen Spannungsteilern, die beide an der gleichen Spannungsquelle  $U_0$  angeschlossen sind. Der obere Brückenweig besteht aus den Dehnungsmeßstreifen  $R_1$  und  $R_2$ . Der untere Brückenweig besteht aus den Widerständen  $R_3$  und  $R_4$ , die sich in Stufen einstellen lassen. Der Ausgangsstrom  $I_a$ , der je nachdem ob die Brückenschaltung abgeglichen ist oder nicht fließt, wird mit einem digitalen Strommesser bestimmt.

## Dehnungsplatte:

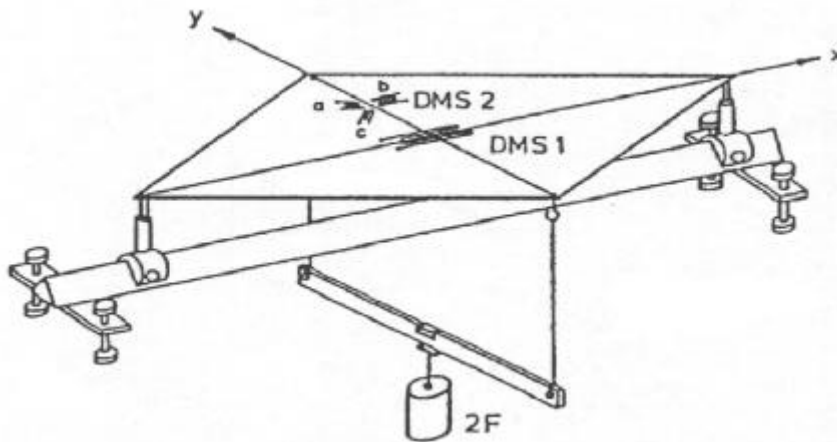


Abb. 2

In Abbildung 2 ist der Versuchsaufbau prinzipiell dargestellt. Bei dem DMS 1 handelt es sich um einen Draht-DMS und bei DMS 2 um eine DMS-Rosette. Belastet wird die Platte mit einer Gewichtskraft von  $2F = 99,18 \text{ N}$ . Die Dehnungen an den DMS werden mit einem manuellen Kompensator bestimmt.

## Versuchsdurchführung

### Wheatstone'sche Brückenschaltung:

Zuerst wird die Brückenspannung  $U_0$  von ca. 5V eingestellt. Dann wird der Abgleichvorgang vorgenommen. Die Brücke ist dann abgeglichen, wenn der Ausgangsstrom  $I_a$  verschwindet bzw. wenn ein Minimum erreicht wird ist sie „quasi“ abgeglichen. Dazu wird der Widerstand  $R_3$  so eingestellt, daß am digitalen Strommeßgerät ein Minimum abgelesen werden kann.

Nun wird eine Widerstandsänderung an einem DMS simuliert. Simuliert bedeutet hier, daß nicht an einem DMS selber eine Dehnung bewirkt wird, sondern daß der Widerstand  $R_4$  in kleinen Schritten von je  $0,1 \Omega$  verstellt wird und somit eine Änderung des Ausgangsstroms  $I_a$  bewirkt. Eine Dehnung des DMS hätte dasselbe zur Folge. Die Änderungen des Widerstandes und die dazugehörige Änderung des Ausgangsstroms werden notiert, da sie für die spätere Auswertung benötigt werden. Bei kleinen Widerstandsänderungen sollte die Änderung des Ausgangsstroms linear sein.

Als letztes wird eine Temperaturkompensation beobachtet. Dazu wird wieder der Abgleichzustand hergestellt und ein DMS auf eine Wärmebox gelegt, wo er dann erhitzt wird.

In Folge dieser Erhitzung ändert sich der elektrische Widerstand des DMS und es fließt dadurch wieder ein Ausgangsstrom. Legt man nun den anderen DMS auch auf die Wärmebox so kann man beobachten, daß der Ausgangsstrom langsam wieder geringer wird bis sich wieder das Minimum einstellt, der auch bei abgeglichenen Schaltung einstellt. Die Schaltung ist deshalb wieder ausgeglichen, da beide DMS dieselbe Temperatur und somit kein Unterschied in der Längenausdehnung haben, also auch denselben elektrischen Widerstand.

### Plattenversuch:

Zuerst werden die Dehnungswerte der Dehnungsmeßstreifen in unbelastetem Zustand ermittelt. Dazu wird ein manueller Kompensator verwendet. Über einen Wählschalter kann man den DMS auswählen, dessen Dehnungswert man bestimmen möchte. Anschließend wird die Platte mit dem Gewicht belastet und die Dehnungswerte im belasteten Zustand bestimmt.

## Auswertung

### Wheatstone'sche Brücke

$$U_0 = 5,04 \text{ V}$$

$$I_{\text{amin}} = 0,01 \text{ } \mu\text{A} \text{ ( bei } R_3 = 119,8 \text{ } \Omega \text{)}$$

$$R_3 = 119,8 \text{ } \Omega$$

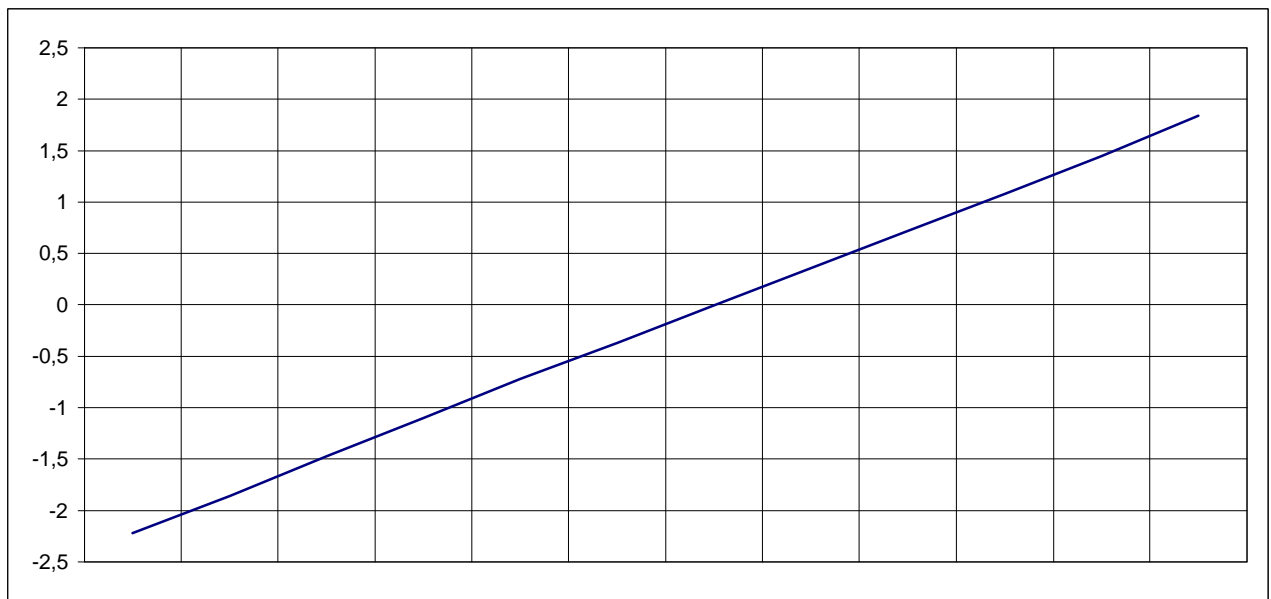
$$R_4 = 120 \text{ } \Omega$$

$$R_a = 2850 \text{ } \Omega$$

$$R = 120 \text{ } \Omega$$

$\Delta R_4$ [ $\Omega$ ]	$I_a$ [ $\mu\text{A}$ ]	$\Delta I_a = I_a - I_{\text{amin}}$ [ $\mu\text{A}$ ]	Steigung [ $\mu\text{A}/\Omega$ ]
-0,6	-2,21	-2,22	3,70
-0,5	-1,85	-1,86	3,72
-0,4	-1,46	-1,47	3,67
-0,3	-1,09	-1,10	3,67
-0,2	-0,71	-0,72	3,60
-0,1	-0,36	-0,37	3,70
0	0,01	0	
0,1	0,37	0,36	3,60
0,2	0,73	0,72	3,60
0,3	1,09	1,08	3,60
0,4	1,46	1,45	3,62
0,5	1,85	1,84	3,68
			<b>3,65</b>

Mit diesen Daten läßt sich folgendes Diagramm konstruieren:



mittlere Steigung:  $\Delta I_a / \Delta R = 3,65 \mu A / \Omega$

Dieser lineare Verlauf bei kleinen Widerstandsänderungen läßt sich auch theoretisch aus den Kirchhoff'schen Regeln herleiten :

$$I_a = [U_0 \cdot (R_1 \cdot R_4 - R_2 \cdot R_3)] / [R_a \cdot (R_1 + R_2) \cdot (R_3 + R_4) + R_1 \cdot R_2 \cdot (R_3 + R_4) + R_3 \cdot R_4 \cdot (R_1 + R_2)]$$

rechnerischer Vergleich :

mit  $\Delta R_4 \ll R$  gilt die folgende Näherung

$$\Delta I_a / \Delta R = U_0 / [4R \cdot (R_a + R)] = 3,54 \mu A / \Omega$$

Abweichung: 3,1%

für  $\Delta R_4 = 20 \Omega$

nach Gl (6) :  $I_a = 65,87 \mu A$

nach Gl (8) :  $I_a = 70,70 \mu A$

Abweichung: 7,3%

Für große  $\Delta R_4$  sieht man, daß der Ausgangsstrom nicht mehr linear ist, die Abweichung vergrößert sich zunehmend.

## Plattenversuch

DMS	$\epsilon_{\text{unbel}}$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	$\epsilon_{\text{bel}}$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	$\epsilon_{\text{bel-unbel}}$ [ $\mu\text{m}/\text{m}$ ]	$\epsilon_{\text{kor}}$
x=1	26276,5	26149	-127,5	-120,53
c=2	26500,5	26550	49,5	46,79
a=3	26461,5	26400	-61,5	-58,13
b=4	26691,5	26592	-99,5	-94,06

### Korrektur

$$\epsilon_{\text{kor a,b,c}} = (\epsilon_{\text{bel}} - \epsilon_{\text{unbel}}) \cdot 2/2,04$$

$$\epsilon_{\text{kor x}} = [(1 - \nu \cdot Q) / (1 - Q)] \cdot \epsilon_{\text{x(bel-unbel)}} \cdot 2/2,03$$

mit  $Q = -0,06$  und  $\nu = 0,285$

Wert	Abgelesen	gerechnet	Abweichung
$\epsilon_1$	97,2	97,12	0,08%
$\epsilon_2$	-108,7	-108,46	0,22%
$\epsilon_x$		-120,53	
$\gamma_{\text{max}}$	206	205,57	0,21%

Der  $\epsilon_x$ -Wert liegt in der Größenordnung des Werte von  $\epsilon_2$ , woran man zum einen sehen kann, daß die Spannungsverteilung in der Platte nahezu gleich ist und auch mit Hilfe von nur einem DMS ziemlich genaue Messungen möglich wären.

Mit diesen gemessenen Werten können wir die Materialgrößen der Platte angeben zu:

$$E / (1 + \nu) = 49371 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{\text{I,II}} = 28946 \text{ N/mm}^2$$

### Abschließende Diskussion:

Der Versuch an sich verlief recht gut. Das Ablesen der Werte war dank der präzisen Geräten sehr genau, welches sich durch die kleinen Abweichungen von theoretischen Werten bestätigt.