

Physik Nr. 8	Dehnungsmessstreifen	Klassenstufe: 10
---------------------	-----------------------------	-------------------------

Kompetenzen Fachwissen <ul style="list-style-type: none"> • System F 3.3 Erkenntnis <ul style="list-style-type: none"> • E 4 Kommunikation <ul style="list-style-type: none"> • K 1.5 	Schülerinnen und Schüler... nennen Länge, Querschnittsfläche und Material als Einflussgrößen auf den Widerstand eines Drahtes zeichnen eine Schaltskizze für den experimentellen Einsatz eines Dehnungsmessstreifens (Aufgabe 1) erläutern die Funktionsweise von Dehnungsmessstreifen auf der Grundlage ihres Wissens zum Drahtwiderstand und seiner Änderung bei Dehnung und Temperaturanstieg (Aufgabe 2 und 3) erklären die Funktionsweise der Dehnungsmessstreifen unter Verwendung der physikalischen Fachsprache
--	---

Quellenangaben:

Abb. M1: <http://www.tfh-berlin.de/labore/gos/dms.htm> (M1)

auch http://de.wikipedia.org/wiki/Wheatstonesche_Messbr%C3%BCcke

Abb. M2: <http://www.esensors.net/DMS.png> der Firma Disynet GmbH, Westwall 12, 41379 Brüggen-Bracht

<http://de.wikipedia.org/wiki/Dehnungsmessstreifen>

http://www.zuegg.berufsschule.it/de/projekte/30_382.htm (weiterführende Informationen)

<http://www.hbm.de/>

Lernvoraussetzungen:

Elektrischer Widerstand, Ohmsches Gesetz

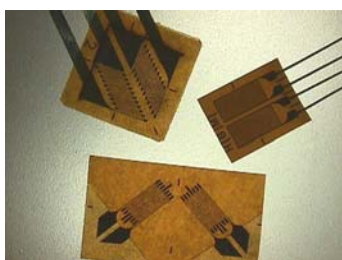
Widerstand eines Drahtes

Verhalten von Körpern bei Erwärmung

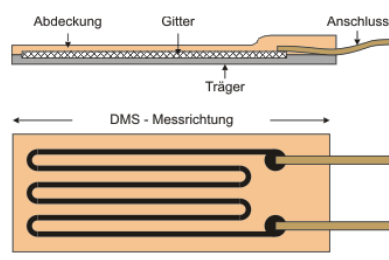
Arbeitsmaterial/Situationsbeschreibung:

Im Norden Portugals wurde vor kurzem eine 120 m lange Brücke aus Beton-Fertigteilen über den Fluss Ave fertig gestellt. Sie gehört zu den Brücken mit der größten Spannweite, die in Portugal aus Fertigteil-Trägern konstruiert wurde. Um die Lebensdauer der Brücke zu bewerten und noch während der Konstruktion zu optimieren, wurden 74 Sensoren (Dehnungsmessstreifen) an verschiedenen Brückenteilen angebracht, mit deren Hilfe sich die Verformungen von Baustrukturen unter Belastung bestimmen ließen.

Die Dehnungsmessstreifen bestehen aus dünnen Leiterbahnen (Messgitter), die auf einem Trägermaterial aufgebracht sind und fest mit dem Werkstoff verklebt werden. Über die Bestimmung des elektrischen Widerstandes der Dehnungsmessstreifen lassen sich sowohl statische Belastungen durch Kräfte und Drücke als auch Schwingungen erfassen. Ein einfacher Linearmessstreifen besitzt nur ein Messgitter (M2) von 3 bis 6 mm Länge; bei inhomogenen Materialien werden auch längere Messgitter eingesetzt.



M1



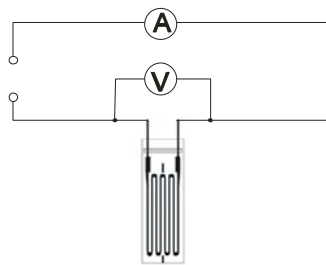
M2

Arbeitsauftrag:

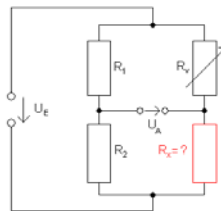
1. Zeichne ein einfaches Schaltbild, aus dem ersichtlich wird, wie die Widerstandsmessung an einem DMS vorgenommen werden kann.
2. Die Längenausdehnung eines Fertigteils-Trägers aus Beton soll gemessen werden.
 - a) Fertige eine entsprechende Skizze an, zeichne ein, in welcher Richtung der DMS eingebaut werden muss, und begründe (ggf. Hinweis: Erkläre anhand der Formel $R = \rho \cdot \frac{l}{A}$)
 - b) Erkläre, warum die Leiterbahnen in dieser Anordnung in „Schleifen“ gelegt werden (s. M2).
3. Als Material des dünnen Drahtes wird meist Konstantan verwendet. Nenne Vorteile gegenüber anderen Metallen (z. B. Eisen). (Ggf. Hinweis: Der Widerstand eines Konstantandrahtes ändert sich bei Temperaturzunahme nur geringfügig/vgl. Lernvoraussetzungen)

Lösungserwartungen und Kompetenzeinschätzungen (mit Anforderungsbereichen)

1. mögliche Schaltskizze:



(Hinweis: In der Praxis wird der Widerstand des Messstreifens präzise mittels der Wheatstoneschen Brückenschaltung erfasst. Bei dieser parallelen Spannungsteilerschaltung wird der unbekannte Widerstand R_x über Regelung des Stellwiderstandes R_v bestimmt, wenn die Querspannung U_A null ist.)



2. a) Der DMS wird in Längsrichtung eingebaut. Wird ein DMS gedehnt, so nimmt sein Widerstand zu, da der Draht dünner (→ Verringerung der Querschnittsfläche) und länger (→ Zunahme der Drahtlänge) wird; bei Stauchung des DMS nimmt sein Widerstand ab. Sind Länge, Durchmesser und spezifischer Widerstand bekannt, lässt sich die Längenänderung des Bauteils bestimmen.
 b) Durch Anordnung in „Schleifen“ lassen sich die Effekte auf den DMS (mit Blick auf Längen- und Querschnittsflächenveränderung) messtechnisch deutlicher erfassen.
3. Der Widerstand eines Konstantandrahtes ändert sich bei Temperaturzunahme nur geringfügig. Es gilt der Ohmsche Zusammenhang und die Messungen werden auch bei starken Temperaturschwankungen kaum beeinflusst. So ist z. B. der Widerstand eines Eisendrahtes stark temperaturabhängig.

I	II	III
E	F	
K	F E	
F	E	

Bemerkungen:

Übungs- und Anwendungsaufgabe, in der Wissensaspekte aus der Elektrizitäts- und Wärmelehre aufgegriffen werden. In der S II ist eine vertiefte Behandlung der DMS unter Einbeziehung der mathematischen Beschreibung der Widerstandsänderung infolge der Dehnung, mit Blick auf komplexe DMS-Schaltungen (sog. DMS-Rosetten) und unter einer Fehlerdiskussion gut denkbar. Je nach vorhandenen fachlichen Lernvoraussetzungen können die vermerkten Hinweise bereits im Rahmen der Fragestellungen erfolgen.