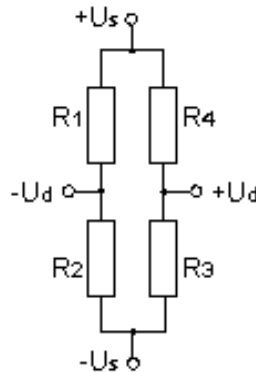


## Grundlagen zur Brückenschaltung

1-Kanal Rotations-Telemetriesysteme sind für den Anschluss von Dehnungsmessstreifen (DMS) in einer Wheatstone-Brückenschaltung vorbereitet. Durch die Verwendung von Ergänzungsschaltungen können auch einzelne Dehnungsmessstreifen (Viertelbrücke) oder zwei Dehnungsmessstreifen (Halbbrücke) zu einer Vollbrücke ergänzt werden.



Die DMS-Vollbrücke erlaubt die Bestimmung kleinster Dehnungen bei guter Kompensation temperaturbedingter Dehnungen. Die zwei Leitungen  $U_S$  dienen der Speisung des DMS. Über die zwei anderen Leitungen wird die Spannung am Ausgang  $U_D$  der DMS-Vollbrücke zum DMS-Eingang der Telemetrie geführt. Im üblichen Messbereich von Dehnungsmessstreifen besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Spannung  $U_D$  und der Widerstandsänderung bzw. der Dehnung. Der Zusammenhang zwischen der Brückenverstimmung  $U_D$  und der Widerstandsänderung  $DR/R$  für die Vollbrücke lautet:

$$U_D/U_S = 1/4 \cdot (DR_1/R_1 - DR_2/R_2 + DR_3/R_3 - DR_4/R_4) \quad (1)$$

darin bedeuten:

$DR/R$ : Widerstandsänderung

$U_D/U_S$ : Brückenverstimmung  $U_D$  pro Speisespannung  $U_S$

Der **Zusammenhang** zwischen **Widerstandsänderung  $DR/R$**  und **Dehnung  $\varepsilon$**  wird durch den k-Faktor definiert. Für den aktiven DMS einer Viertelbrücke gilt:

$$DR_1/R_1 = k \cdot \varepsilon_1 \quad (2)$$

mit

$k$ : k-Faktor des DMS, z.B.  $k = 2 \pm 0,5\%$

$\varepsilon$ : mechanische Dehnung des Bauteils, z.B.  $e = 1000 \mu\text{m/m}$  (= 1‰)

Der **Zusammenhang** zwischen **Brückenverstimmung, Speisespannung und Dehnung** folgt aus Gleichung (1) und (2):

$$U_D/U_S = 1/4 \cdot k \cdot (\varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \varepsilon_4) \quad (3)$$

Für eine Viertelbrücke gilt wegen  $\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_4 = 0$ :

$$U_D/U_S = 1/4 \cdot k \cdot \varepsilon_1 \quad (4)$$

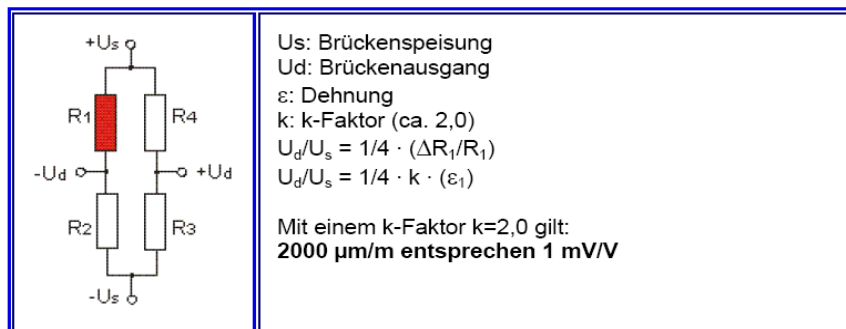
Geeignete Messgeräte zeigen die Brückenverstimmung im Verhältnis zur Speisespannung  $U_D/U_S$  an. Die Einheit der Anzeige ist mV/V. Durch die Normierung der Brückenverstimmung  $U_D$  auf die Speisespannung  $U_S$  werden die Anzeigewerte auf Messverstärkern mit unterschiedlicher Speisespannung  $U_S$  unmittelbar vergleichbar. Die Standardeinstellung der Einheit in der Anzeige des Messgerätes ist daher mV/V.

Das Verhältnis  $U_D/U_S$  wird auch als Empfindlichkeit der Messbrücke bezeichnet.

Aus Gleichung (4) erhält man den Zusammenhang zwischen Anzeige  $U_D/U_S$  und Dehnung  $\varepsilon$  für eine Viertelbrücke:

$$\varepsilon = U_D/U_S \cdot 4/k \quad (5)$$

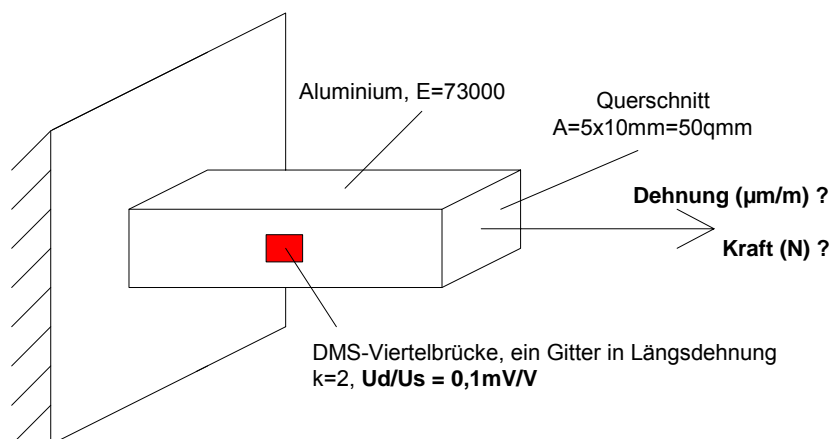
## Kraftmessung mit Viertelbrücke



### **Messbeispiel:**

Welche Dehnung ( $\varepsilon_1$ ) und Zugkraft ( $F$ ) erfährt ein Metallstab aus Aluminium, wenn die Ausgangsspannung ( $U_D$ ) der aufgebrauchten DMS-Viertelbrücke eine Spannung von 0,1mV/V abgibt?

Vorgaben:  $E$ : Elastizitätsmodul, für Aluminium  $E=73\text{kN/mm}^2$ ,  $A$ : Querschnitt der Fläche,  $50\text{mm}^2$



→ Berechnung der Dehnung ( $\varepsilon_1$ ):

$$\varepsilon_1 = U_D/U_S \cdot 4/k = 0,0001 \cdot 4/2,0 = 0,0002 = 0,2\text{‰} = 200\mu\text{m/m}$$

→ Berechnung der Zugkraft ( $F$ ):

$$F = \varepsilon_1 \cdot E \cdot A = 200 \cdot 10^{-6} \times 73000 \times 50 = 730\text{N} \text{ oder } 14,6\text{N/mm}^2$$

## Vorteile der Dehnungsmessstreifen-Brückenschaltung

1.) Bei abgeglicherer Brückenschaltung ( $R1/R2 = R4/R3$ ) ist die Differenzspannung zwischen  $+U_D$  und  $-U_D$  gleich Null. Da nur Widerstandsänderungen erfasst werden, kann der Messbereich den Erfordernissen angepasst werden. "Die Verstärkung kann beliebig hoch gewählt werden"

2.) Die unterschiedlichen Vorzeichen in Gleichung (3) ermöglichen die Kompensation von Störgrößen.

a) die Temperaturdehnung lässt sich kompensieren:  $e_1 - e_2 + e_3 - e_4 = 0$

b) mechanische Dehnungen, die nicht in der gewünschten Messrichtung liegen, lassen sich kompensieren. Dies kann man ausnutzen, indem man gezielt Dehnungen unterschiedlichen Vorzeichens mit Dehnungsmessstreifen erfasst.

Für jeden Belastungsfall (Biegung, Torsion, Stauchung, Scherung) gibt es Verdrahtungspläne, die nur die Dehnung in einer Messrichtung erfassen.

## Kalkulation mit Berechnungssoftware der Firma ME-Meßsysteme GmbH:

<http://www.me-systeme.de/dehnungsmessstreifen/dms-kalkulator/bridge.html>

## Brückenschaltung

Eingabeparameter:	gemessene Brückenverstimmung, Brückenart, k-Faktor, Querkontraktionszahl
Ausgabeparameter:	Dehnung, mechanische Spannung

Berechnung der Dehnung

Brückenart:

Viertelbrücke (1 Gitter mit Längsdehnung)

k-Faktor:

2.00

Querkontraktionszahl:

0.1000

Brückenverstimmung in mV/V:

Absenden

Dehnung: 200.0  $\mu\text{m/m}$

mechanische Spannung: 14.6 N/mm<sup>2</sup> für Aluminium mit  $E=73000$  N/mm<sup>2</sup>

mechanische Spannung: 42.0 N/mm<sup>2</sup> für Stahl mit  $E=210000$  N/mm<sup>2</sup>

Je nach Art der Brücke ergibt sich ein anderer Zusammenhang zwischen dem Eingangssignal "Dehnung"  $\epsilon$  und dem Ausgangssignal "Brückenverstimmung"  $U_d/U_s$ .

Die Anzahl der aktiven DMS und Anordnung der Gitter (Längs- oder Querdehnung mit der Querkontraktionszahl  $\nu$ ) lässt sich im Brückenfaktor "B" zusammenfassen:

$$\frac{U_d}{U_s} = \frac{1}{4} k \cdot \epsilon \cdot B$$