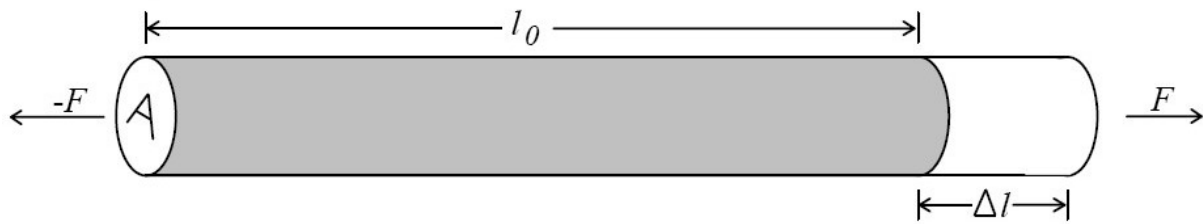


## Messung axialer Kräfte auf rotierenden Wellen



$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = \text{Dehnung}$$

Wellendurchmesser: 60mm  
Material: Stahl

$$\sigma = \frac{F}{A} = \text{Zugspannung}$$

Verwendete DMS-Brückenschaltung:

**Vollbrücke, 2x Längsdehnung (R1, R3), 2x Querdehnung (R2, R4)**

**Us: Brückenspeisung = 4V**  
**Ud: Brückenausgang**  
 ε: Dehnung  
 k: k-Faktor (ca. 2,0)  
 $U_d/U_s = 1/4 \cdot (\Delta R_1/R_1 - \Delta R_2/R_2 + \Delta R_3/R_3 - \Delta R_4/R_4)$   
 $U_d/U_s = 1/4 \cdot k \cdot (\varepsilon_1 - \nu \cdot \varepsilon_2 + \varepsilon_3 - \nu \cdot \varepsilon_4)$

Mit einem k-Faktor k=2,0 und einer Querkontraktionszahl (Poisson-Zahl)  $\mu=0,3$

	ϑ	F <sub>N</sub>	M <sub>b</sub>
B	0	2(1+μ)	0

$\varepsilon = \varepsilon_N$

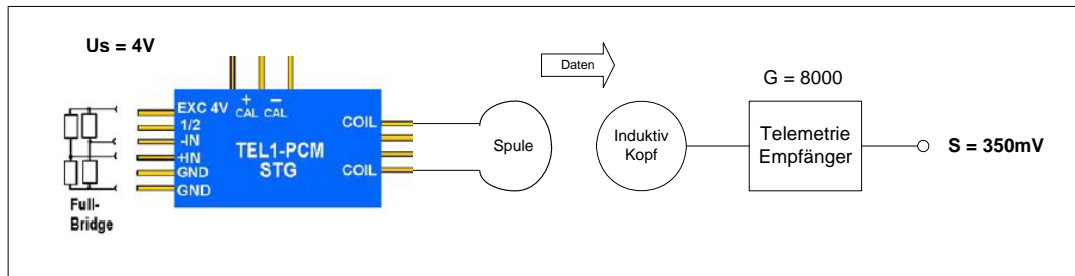
Querkontraktionskraft:  $F_N=2(1+\mu)$ ; mit  $\mu=0,3 \rightarrow F_N=2,6$

$$U_d/U_s = 1/4 \cdot k \cdot \varepsilon \cdot F_N$$

$$\varepsilon = U_d/U_s \cdot 4/k \cdot 1/F_N$$

## Beispiel:

### Messaufbau mit 1-Kanal Telemetrie TEL1-PCM, Blockschaltbild



- Welle: Stahl, Wellendurchmesser=60mm, E=210000
- Sensor: DMS-Vollbrücke, 2xLängs- und 2xQuerdehnung,  $F_N=2.6$ ,  $k=2.1$ ,  $U_S=4V$
- Telemetrie: Spannungsverstärkung (Gain)=8000
- Messergebnis: **S = 360mV**

**Wie groß sind Dehnung ( $\epsilon$ ) und Kraft (F) bei einer Brücken-Ausgangsspannung von S=360mV?**

### Berechnung der Dehnung ( $\epsilon$ ):

$$\text{mit: } U_d = \frac{U_s}{\text{Gain}} = \frac{360mV}{8000} = 0,045mV$$

$$\rightarrow \epsilon = U_d \cdot \frac{4}{k} \cdot \frac{1}{F_N} = 0,045 \cdot 10^3 \cdot \frac{4}{2,1} \cdot \frac{1}{2,6} = \underline{\underline{8,241 \mu m / m}}$$

$$\frac{U_d}{U_s} = \frac{0,045mV}{4V} = 0,01125mV / V$$

### Berechnung der Kraft (F):

$$\text{mit: } E=210000, A=2826mm^2$$

$$\rightarrow F = \epsilon \cdot E \cdot A = 8,241 \cdot 10^{-6} \cdot 210000 \cdot 2826 = \underline{\underline{4891N}}$$

$$\text{Zugspannung pro } mm^2: \sigma = \frac{F}{A} = \frac{4891}{2826} = \underline{\underline{1,73N / mm^2}}$$

Abkürzungen:

$\epsilon$ : Epsilon (Dehnung) in  $\mu m/m$

A: Fläche der Welle, axial, in  $mm^2$

E: Elastizitätsmodul für Stahl: 210000

k: Dehnungsempfindlichkeit, (gauge factor)

$\mu$ : Querkontraktion (Poisson)

$U_s$ : Brückenspeisung in V

$U_d$ : Brückendifferenzspannung in V

F: Kraft (N)

$F_N$ : Querkontraktionskraft

Berechnung über Kalkulations-Software: <http://www.me-systeme.de/calculate/clc.pl>

## Dehnungsmessstreifen Brückenschaltung

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

Berechnung der Dehnung

Brückenart:

Vollbrücke (2 Gitter Längs-, 2 Gitter Querdehnung)

k-Faktor:

2.10

Querkontraktionszahl:

0.30

Brückenverstimmung in mV/V:

0.01125

Abenden

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

8.2418

mechanische Spannung  
in  $\text{N}/\text{mm}^2$ :

0.60165

für Aluminium  
mit  $E=73000 \text{ N}/\text{mm}^2$

1.7308

für Stahl  
mit  $E=210000 \text{ N}/\text{mm}^2$

Für die Berechnung der Brückenverstimmung  $U_D/U_S$  aus dem k-Faktor, der Dehnung  $\epsilon$  und der Querkontraktionszahl  $\mu$  gilt in guter Näherung:

Gleichung für  
die Viertelbrücke

$$U_D/U_S = 1/4 \cdot k \cdot \epsilon$$

• Faktor für die Brückenart:

- 4 Vollbrücke
- 2 Halbbrücke
- 1 Viertelbrücke
- (2+2 $\mu$ ) Vollbrücke, 2 Gitter Längs-, 2 Gitter Querdehnung
- (1+1 $\mu$ ) Halbbrücke, 1 Gitter Längs-, 1 Gitter Querdehnung