

24. Feb. 2014

ALSTOM

Wer **Misst**, **Misst Mist** !!!

(Laborweisheit)

ALSTOM

Klaus F. Stärk



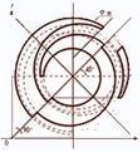
3M

Wer **misst**, **misst Mist** !

ALSTOM

Unsere wichtigsten Messgrößen:

- Kraft F (Kalibrierung EMPA)
- Weg L (div. Wegaufnehmer, analog bzw. digital)
- Temperatur T (div. Messfühler und Messgeräte)
- Zyklenzahl N
- Zeit t

**3M****Wer misst, misst Mist !****ALSTOM**

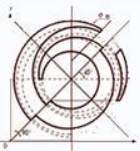
Abgeleitete Messgrößen:

- Biegemoment $M_b = \text{Kraft} \times \text{Abstand}$
- Torsionsmoment $M_t = \text{Kraft} \times \text{Hebelarm}$
- Geschwindigkeit v (Weg/Zeit)
- Dehnung ε (Wegdifferenz/Basislänge $\varepsilon = \Delta L / L_0$)
- Spannung σ bzw. Druck p (Kraft/Fläche $\sigma = F/A = F \cdot 4 / (\pi \cdot d^2)$)
- Bruchzähigkeit K_{JIC} (Kraft, Abmessungen, Rissverlängerung, Potential, Temperatur, Werkstoffkennwerte)
- E-Modul ($E = \sigma / \varepsilon = F \cdot 4 \cdot L_0 / (\pi \cdot d^2 \cdot \Delta L)$)
- Wärmedehnung $\alpha = \Delta L / (L_0 \cdot \Delta T)$

1/11/2016

ALSTOM (Switzerland) Ltd © 2005 Preliminary/for discussion purposes only. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

4

**3M****Wer misst, misst Mist !****ALSTOM**

Auflösung der Basis-Messgrößen:

- Kraft F (Kalibrierung $< 1\%$)
- Weg L (Messschieber $\pm 0.01\text{mm}$)
- Temperatur T („Anzeige“ $\pm 1\text{K}$, DIN ca. $0.5\text{K}/100\text{K} = 0.5\%$)
- Zyklenzahl N („Anzeige“ ± 1 digit)
- Zeit t (z.B. PC-clock $\pm 0.01\text{s}$)

Was ist die genaueste Anzeige?

1/11/2016

ALSTOM (Switzerland) Ltd © 2005 Preliminary/for discussion purposes only. We reserve all rights in this document and in the information contained therein. Reproduction, use or disclosure to third parties without express authority is strictly forbidden.

5

**3M****Wer misst, misst Mist !****ALSTOM**

Abgeleitete Messgrößen:

- Biegemoment $M_b = \text{Kraft} \times \text{Abstand}$ oder
Torsionsmoment $M_t = \text{Kraft} \times \text{Hebelarm}$
z.B. $1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}$, $L = 100 \text{ mm} = 0.1 \text{ m} \rightarrow 100.xx \text{ Nm}$ (1%)
- Geschwindigkeit v (Weg/Zeit) z.B. $5 \text{ mm}/0.2 \text{ s}$
 $\rightarrow 25.00xx \text{ mm/s}$
- Dehnung ε (Wegdifferenz/Basislänge $\varepsilon = \Delta L/L_0$)
z.B. DMS Auflösung $10^{-5} = 0.001\%$
z.B. Basislänge $15.0 \pm 0.1 \text{ mm}$
 $\rightarrow 1.00xx\%$

**3M****Wer misst, misst Mist !****ALSTOM**

Abgeleitete Messgrößen:

- Spannung σ bzw. Druck p (Kraft/Fläche $\sigma = F/A = F \cdot 4 / (\pi \cdot d^2)$)
Kraft 1%, Durchmesser 0.02mm, bzw. Druck
 \rightarrow Fehler ca. $\pm 1.5\%$, z.B. $321.xx \text{ MPa}$ bzw. $123.xx \text{ bar}$
- Bruchzähigkeit K_{JIC} , K_{IC} , K_{IQ} , ΔK_{th}
Kraft 1%, Abmessungen, Risslänge 0.02mm
 \rightarrow Fehler ca. $\pm 2\%$, z.B. $121.xx \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$
- Elastizitätsmodul ($E = \sigma/\varepsilon = F \cdot 4 \cdot L_0 / (\pi \cdot d^2 \cdot \Delta L)$)
Kraft 1%, Durchmesser 0.02mm
 \rightarrow Fehler ca. $\pm 1.5\%$, z.B. $210.3x \text{ GPa} = 210300 \text{ MPa}$
- Wärmdehnung $\alpha = \Delta L / (L_0 \cdot \Delta T)$
Kraft 1%, Länge 0.02mm, Temperatur $\pm 2 \text{ K}$,
 \rightarrow Fehler ca. $\pm 5\%$, z.B. $16.3x 10^{-6} / \text{K}$

**3M****Wer misst, misst Mist !****ALSTOM**

Fazit:

- Genauigkeit unserer Messwerte und der daraus abgeleiteten Material-Eigenschaften ist nicht besser als 3 Größenordnungen !!!
- Also Angaben in Berichten etc. z.B.
3.21kN, 321MPa, 3.21mm,
213GPa= 213000MPa,
123 MPa√m, $12.3 \cdot 10^{-6}/K$

**3M****Wer misst, misst Mist !****ALSTOM**

Wie kann man die Genauigkeit erhöhen?

z.B. durch

- Differenzmessungen
- Statistische Bewertungen

**3M****Wer misst, misst Mist !****ALSTOM**

**Beispiel:
Risswachstum mit Potentialsonde:**

- Differenz der Zyklenzahlen $\Delta N = N - N_0$
- Differenz des Potentials $\Delta R = R - R_0$
- Differenz des Stromes $\pm I = \Delta I = I_{\max} - I_{\min}$
- Vielfachmessung (Mittelwertbildung, hohe Abtastrate)
- Steigungsregression $\Delta a / \Delta N$
- Statistische Bewertung der Einzelmessungen (Ausreisser, peaks eliminieren, z.B. mit Standardabweichung 1xS, 2xS, 3xS)

**3M****ALSTOM****3M****Wer misst, misst Mist !!!****(international)****Mist !!****Merde !!****Muck !!**

**Wer was „Genauerer“ angibt,
weiss nicht was er tut!**