

Kurzfragen:

- 1) Vakuumlichtgeschwindigkeit
- 2) Mindestens ein Messgerät  
Hilfsmittel (Vorrichtungen, Kabel, usw.)
- 3) vernachlässigen (wenn zulässig)  
rechnerische Fehlerkorrektur  
Kompensation
- 4) 0 → Es gibt keinen Parallaxenfehler bei Digitalmultimetern
- 5) 0% → lin. System 1.Ordnung kann nicht überschwingen
- 6) a) 94 kHz  
b) Abtasttheorem ist nicht erfüllbar, da Rechtecksignal nicht bandbegrenzt ist.  
→ besitzt beliebig hohe Frequenzanteile
- 7) falsch
- 8) Binomialverteilung, Poissonverteilung
- 9) Nein, nicht zwangsläufig; Fehler 1.Ordnung
- 10)  $(\bar{x}, \bar{y})$

Aufgabe 1)

- a) t-Test für verbundene Stichproben  
 b) einseitig. Es interessiert nur die Zunahme  
 c)

|                   |     |    |     |      |     |     |      |     |   |
|-------------------|-----|----|-----|------|-----|-----|------|-----|---|
| <i>i</i>          | 1   | 2  | 3   | 4    | 5   | 6   | 7    | 8   | 9 |
| $d_i = M_i - m_i$ | 0,4 | 0  | 0,7 | -0,5 | 0,3 | 0,4 | -0,5 | 0,5 | 2 |
| <i>i</i>          | 10  | 11 | 12  | 13   | 14  | 15  |      |     |   |
| $d_i = M_i - m_i$ | 0,9 | 1  | 0,5 | 1,1  | 1   | 1,5 |      |     |   |

$$\bar{d} = 0,62$$

$$S_d = 0,67633$$

$$H_0 : \mu_d = 0 \text{ gegen } H_1 : \mu_d > 0$$

$$t_0 = \frac{\bar{d}}{S_d} \cdot \sqrt{n}$$

$$\Rightarrow t_0 = \frac{0,62}{0,6763} \cdot \sqrt{15} = \underline{\underline{3,55}}$$

$$t_{n-1;1-\alpha} = \underline{\underline{t_{14;0,95} = 1,76}}$$

$$\text{Test: } t_0 > t_{14;0,95}$$

$$3,55 > 1,76$$

$\Rightarrow H_0$  wird auf Signifikanzniveau 0,05 abgelehnt.

$\Rightarrow$  Es ist auf eine Gewichtszunahme zu schließen.

Alternativ:

mit  $d_i = m_i - M_i$  vertauschen sich die Vorzeichen.

Dann  $H_1 : \mu_d < 0$  und Test, ob

$$t_0 < -t_{n-1;1-\alpha}$$

## Aufgabe 2)

$$\eta = \frac{M}{4 \cdot \pi \cdot H \cdot \omega} \cdot \left( \frac{1}{R_i^2} - \frac{1}{R_a^2} \right)$$

$$\bar{M} = 2,12 \text{ Ncm} \quad S_M = 0,014142 \text{ Ncm}$$

$$u_M = \frac{t}{\sqrt{n}} \cdot S_M \quad \text{mit} \quad t = t_{n-1; 1 - \frac{\alpha}{2}}$$

$$\alpha = 0,01$$

$$t = t_{5; 0,995}$$

$$t = 4,03$$

$$u_M = \frac{4,03}{\sqrt{6}} = 0,014142 \text{ Ncm}$$

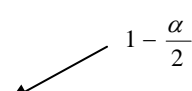
$$u_M = 0,02326 \text{ Ncm}$$

$$\underline{\underline{P = 99\%}}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{M = (2,12 \pm 0,02326) \text{ Ncm}}}$$

$$\omega = (12 \pm 12 \cdot 0,01) \cdot \frac{1}{s}$$

$$\omega = (12 \pm 0,12) \cdot \frac{1}{s} \quad P = 95\% \quad n = 30$$

$$u_\omega(P = 95\%) = 0,12 \cdot \frac{1}{s} = \frac{t_{n-1; 0,975}}{\sqrt{n}} \cdot s_\omega$$


$$\Rightarrow s_\omega = \frac{u_\omega(P = 95\%) \cdot \sqrt{n}}{t_{n-1; 0,975}} = \frac{u_\omega(P = 99\%) \cdot \sqrt{n}}{t_{n-1; 0,995}}$$

$$\Rightarrow u_\omega(P = 99\%) = \frac{t_{n-1; 0,995}}{t_{n-1; 0,975}} \cdot u_\omega(P = 95\%)$$

$$u_\omega(P = 99\%) = \frac{2,76}{2,05} \cdot 0,12 \cdot \frac{1}{s}$$

$$u_\omega(P = 99\%) = 0,16156 \cdot \frac{1}{s}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\omega = (12 \pm 0,16156) \cdot \frac{1}{s}}} \quad P = 99\%$$

$$\bar{\eta} = \frac{\bar{M}}{4 \cdot \pi \cdot H \cdot \bar{\omega}} \cdot \left( \frac{1}{R_i^2} - \frac{1}{R_a^2} \right) = \frac{2,12 \cdot 0,01 \text{ Nm}}{4 \cdot \pi \cdot 0,1 \text{ m} \cdot 12 \cdot \frac{1}{s}} \cdot \left( \frac{1}{0,06^2 \text{ m}^2} - \frac{1}{0,07^2 \text{ m}^2} \right)$$



$$\frac{N \cdot m}{m \cdot m^2} \cdot s = \frac{N \cdot s}{m^2}$$

$$\underline{\underline{\bar{\eta} = 0,1036 \cdot \frac{N \cdot s}{m^2}}}$$

$$\frac{\delta \eta}{\delta M} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot H \cdot \omega} \left( \frac{1}{R_i^2} - \frac{1}{R_a^2} \right) \Rightarrow \frac{\delta \eta}{\delta M} \Big|_{\bar{x}_i} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 12} \cdot \left( \frac{1}{0,06^2} - \frac{1}{0,07^2} \right) = \underline{\underline{4,887 \frac{s}{m^3}}}$$

$$\frac{\delta \eta}{\delta M} = \frac{-M}{4 \cdot \pi \cdot H \cdot \omega^2} \cdot \left( \frac{1}{R_i^2} - \frac{1}{R_a^2} \right) \Rightarrow \frac{\delta \eta}{\delta M} \Big|_{\bar{x}_i} = \frac{-2,12 \cdot 0,01 \cdot N \cdot m \cdot s^2}{4 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 12^2 \cdot m} (\dots) = -8,6339 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{N \cdot s^2}{m^2}$$

$$\frac{\delta \eta}{\delta R_a} = \frac{\delta \eta}{\delta R_a} \cdot \left( \frac{-M}{4 \cdot \pi \cdot H \cdot \omega \cdot R_a^2} \right) = \frac{2M}{4 \cdot \pi \cdot H \cdot \omega \cdot R_a^3} = \frac{2 \cdot 2,12 \cdot 0,01 \cdot N \cdot m \cdot s}{4 \cdot \pi \cdot 0,1 \cdot 12 \cdot 0,07^3 \cdot m \cdot m^3} = 8,19748 \cdot \frac{N \cdot s}{m^3}$$

$$u_{\eta}^2 = \left( \frac{\delta \eta}{\delta M} \Big|_{\bar{x}_i} \cdot u_M \right)^2 + \left( \frac{\delta \eta}{\delta \omega} \Big|_{\bar{x}_i} \cdot u_{\omega} \right)^2 + \left( \frac{\delta \eta}{\delta R_a} \Big|_{\bar{x}_i} \cdot u_{R_a} \right)^2$$

$$= \left( 4,887 \frac{s}{m^3} \cdot 0,02326 \cdot 0,01 \cdot N \cdot m \right)^2 + \left( -8,6339 \cdot 10^{-3} \frac{N \cdot s^2}{m^2} \cdot 0,1615 \frac{1}{s} \right)^2 + \left( 8,19748 \cdot \frac{N \cdot s}{m^2} \cdot 0,02 \cdot 0,001 \right)^2$$

$$= \left( 1,36716 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{N \cdot s}{m^2} \right)^2 + \left( -1,39489 \cdot 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2} \right)^2 + \left( 1,63949 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{N \cdot s}{m^2} \right)^2$$

$$= \left( 1,2921 \cdot 10^{-6} + 1,945726 \cdot 10^{-6} + 2,687947 \cdot 10^{-8} \right) \cdot \left( \frac{N \cdot s}{m^2} \right)^2 = 3,2677 \cdot 10^{-6} \cdot \left( \frac{N \cdot s}{m^2} \right)^2$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{u_{\eta} = 1,8068 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{N \cdot s}{m^2}}}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{\eta = \left( 0,1036 \pm 1,8068 \cdot 10^{-3} \right) \cdot \frac{N \cdot s}{m}}}$$

mit P=99 %