

## ELMESS-Labor – Regularien und Hinweise

### 1 Organisatorisches

- **4 Versuche**, Dauer: 3 Stunden, Durchführung in Zweiergruppen
- Bei ungenügender Vorbereitung erfolgt der **Ausschluss von der weiteren Durchführung des Versuchs**. Der Versuch ist an einem späteren Termin zu wiederholen.
- Bei zweimaliger ungenügender Vorbereitung ist das Labor **nicht bestanden**.
- **Krankmeldungen** müssen per Mail dem Dozenten/der Dozentin mitgeteilt werden und zwar so zeitig wie möglich, jedenfalls **vor Laborbeginn**.

### 2 Anspruch: Wissenschaftliches Arbeiten

Nicht fachgerechtes, schlecht dokumentiertes und damit nicht nachvollziehbares Messen ist wertlos und kann in der späteren Praxis sogar zu Gefährdungen führen.

Der Anspruch an die Messaufgaben im Labor ELMESS ist also:

- fachgerechte Durchführung
- Rechenschaft über die Messunsicherheiten
- aussagekräftige Ergebnisaufbereitung

Alle Versuche sollen als **wissenschaftliche Untersuchung einer Fragestellung** aufgefasst werden.

- Über die untersuchte Fragestellung muss **vor Versuchsbeginn Klarheit** herrschen. "Worum geht es heute?" Dazu ist das Wissen zum Thema als Vorbereitung aufzuarbeiten (Grundlagenvorlesungen, Bücher (E-Books!))
- Beim Bearbeiten herrscht Klarheit über den jeweiligen **Zweck der Teilaufgaben** in Bezug auf die Fragestellung. "Wozu mache ich dies jetzt?" Zum Ergebnis gibt es jeweils eine **theoretisch fundierte Erwartung**.
- Messungen werden schon während des Versuchs durch **Skizzen und Kontrollrechnungen** geprüft. "Kann das stimmen, was da herausgekommen ist?"

### 3 Vorbereitung

Erste Quelle ist immer die **Versuchsanleitung**. Die dort enthaltenen Vorbereitungsfragen umreißen den theoretischen Hintergrund, der zu diesem Versuch gehört. Dazu sind ggf. weitere Quellen (Vorlesung, GELEK-Grundlagen) aufzuarbeiten.

- Vorbereitungs-Fragen bearbeiten, Bearbeitung **handschriftlich** abfassen und zum Versuch mitbringen.
- Protokoldeckblatt ausdrucken und zum Versuch mitbringen; ebenso eine **ausgedruckte Versuchsanleitung**.
- Einzelne Blätter (z.B. mit Tabellen für zu erfassende Messwerte) können und sollten vorbereitet und mitgebracht werden.

### 4 Durchführung

#### 4.1 Protokoll

- Protokoll führen von Beginn an, **handschriftlich, Ablauf in groben Zügen (Uhrzeit, Versuchsabschnitt) auf dem Protokoldeckblatt** dokumentieren,
- Notizen zur **Durchführung und Messergebnisse auf weiteren Blättern**, dabei einen Block benutzen, Papier grundsätzlich nur **einseitig** beschriften,
- Beim Aufbauen des Versuchs **Geräteliste** anlegen (Vorlage benutzen), zur Ergänzung kann der Aufbau auch fotografiert werden.
- Für **genügend Platz und Ordnung auf der Arbeitsfläche** sorgen. Weder das Protokoll noch sonst etwas sollte in Form loser Blätter vorliegen.
- Das Beispiel eines Protokolls auf der letzten Seite dieser Hinweise zeigt, wie es aussehen kann.

#### 4.2 Fragen klären

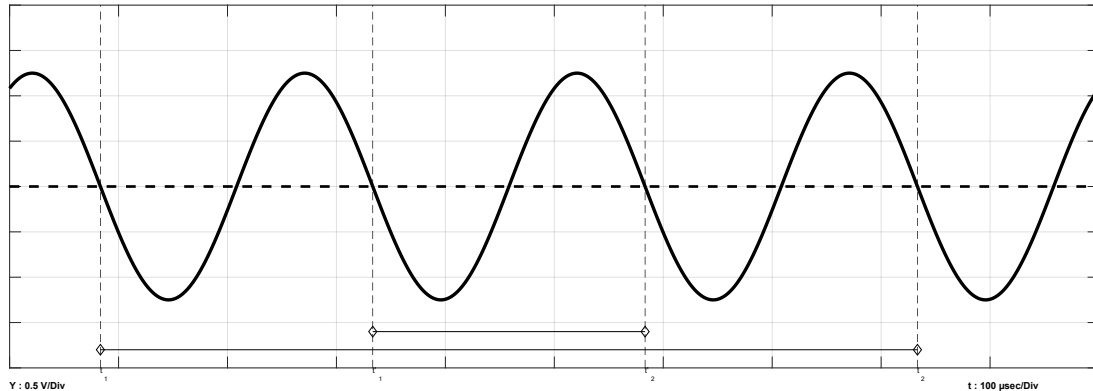
- Sich bei Unklarheiten frühzeitig mit Fragen an die Betreuer zu wenden, kann entscheidend für Erfolg oder Misserfolg des gesamten Versuchs sein.
- Fragen, die Ihnen von den Betreuern gestellt werden, dienen der Klärung. **Prüfungsangst ist hier fehl am Platze** – nur praktisch komplette Ahnungslosigkeit führt zum Ausschluss vom Versuch.
- Nutzen Sie das Gespräch auch um Ihre Fragen zum Hintergrund und zur Auswertung des Versuchs zu stellen. So entstehen im Anschluss gute Auswertungen.

### 4.3 Vorgehen bei Messungen

Beim Messen geht es immer darum, Messergebnisse mit der geringst möglichen Messunsicherheit zu erzielen.

#### 4.3.1 Mitteln, wenn möglich

Beispiel: Periodendauer, wenn der Bildschirm mehrere Perioden eines Signals zeigt.



Man stellt z. B. fest, dass die Cursor sich nur mit einer Unsicherheit von  $\pm \frac{1}{20}$  Div entsprechend  $\Delta t_i = 5 \mu s$  einstellen lassen.

Im Protokoll sieht das dann so aus:

#### Vorgehensweise 1 (nicht optimal):

Eine Periode:  $T = t'_2 - t'_1$ ,  $t'_1 = 330 \mu s \pm 5 \mu s$ ,  $t'_2 = 580 \mu s \pm 5 \mu s$

#### Vorgehensweise 2 (besser):

Drei Perioden:  $3T = t_2 - t_1$ ,  $t_1 = 85 \mu s \pm 5 \mu s$ ,  $t_2 = 835 \mu s \pm 5 \mu s$

Die Auswertung ergibt dann:

#### Fall 1:

$$T = 580 \mu s - 330 \mu s \pm \sqrt{5^2 + 5^2} \mu s$$

$$T \approx (250 \pm 7) \mu s$$

#### Fall 2:

$$3T = 835 \mu s - 85 \mu s \pm \sqrt{5^2 + 5^2} \mu s \approx 750 \mu s \pm 7 \mu s$$

$$T \approx (250 \pm 2,4) \mu s$$

*Fehlerfortpflanzung (siehe unten)*

$$T = \frac{750 \mu s \pm 7 \mu s}{3} \Rightarrow \Delta T = \frac{7}{3} \mu s$$

Das Ergebnis hat bei der Vorgehensweise 2 also eine deutlich geringere Unsicherheit.

Ähnlich ist beim Ermitteln einer Stufenhöhe vorzugehen, wenn mehrere gleiche Stufen abgebildet sind.

### 4.3.2 Messunsicherheiten abschätzen

Das obige Beispiel demonstriert auch den Umgang mit Messunsicherheiten:

- bei jeder Messung Ableseunsicherheiten abschätzen und im Protokoll notieren,
- in der Auswertung nachvollziehbar machen, wie Sie abgeschätzt haben und zusätzlich Gerätetoleranzen einbeziehen
- dabei die Gesetze der Fehlerfortpflanzung anwenden.

#### Rechenregeln für einfache Fälle der Fehlerfortpflanzung

$m_1$  und  $m_2$  seien Messwerte, die mit Unsicherheiten  $\Delta m_1$  und  $\Delta m_2$  behaftet sind.

$M$  sei ein daraus berechnetes Messergebnis. Dann erhält man die Unsicherheit von  $M$  wie folgt:

##### 1.) Addition und Subtraktion der Messwerte

$$M = m_1 \pm m_2 \qquad \Delta M = \sqrt{\Delta m_1^2 + \Delta m_2^2}$$

Wurzel aus Quadratsumme der **absoluten** Messabweichungen.

##### 2.) Multiplikation mit einem konstanten Faktor

$$M = k_1 \cdot m_1 \pm k_2 \cdot m_2 \qquad \Delta M = \sqrt{(k_1 \cdot \Delta m_1)^2 + (k_2 \cdot \Delta m_2)^2}$$

$$\begin{array}{l} \mu = k \cdot m \\ \Delta \mu = k \cdot \Delta m \end{array}$$

##### 3.) Multiplikation der Messwerte

$$M = m_1 \cdot m_2 \qquad \frac{\Delta M}{M} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m_1}{m_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_2}{m_2}\right)^2}$$

*Angabe in Prozent*

Wurzel aus Quadratsumme der **relativen** Messabweichungen.

##### 4.) Division der Messwerte

$$M = \frac{m_1}{m_2} \qquad \frac{\Delta M}{M} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m_1}{m_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m_2}{m_2}\right)^2}$$

Wurzel aus Quadratsumme der **relativen** Messabweichungen.

Insbesondere hat der **Kehrwert** eines Messwerts **die gleiche relative Abweichung** wie der Messwert selbst.

Sind die Messergebnisse nicht das Resultat so einfacher Rechenoperationen, so muss die Fehlerfortpflanzungsrechnung mit den Methoden der Differentialrechnung mit mehreren Variablen durchgeführt werden.

<b>Hochschule Bremen</b> Labor Elektrische Messtechnik		Angaben zur Veranstaltung WS/SoSe: 20.08/99 Modul: <b>ELMESS</b> Dozent/Dozentin: <u>Prof. Dr. Mevorkian</u>	
<b>Protokoll</b> zum Laborversuch <b>E2</b> <u>Erbse zählen</u> (Versuchsbezeichnung)		Versuchsdatum: <u>11.11.2008</u> Testat / Benotung: Vorbereitung	
<u>Guste Genius</u> (MTI) (Protokollführer / Protokollführerin) <u>9999999</u> (Matrikel-Nr.)		Testat / Benotung: Protokoll 1. <u>Matte Meister</u> (MTI) 2. <u>Pia Prima</u> (MTI)	
Notizen zum Versuchsablauf (Zeitverlauf, Besonderheiten)			
9 <sup>50</sup> Beginn, alle TN anwesend 1 Minute Begrüßung + Ansprache (Prof. Mev.) Sichten / Sortieren / Planen des Versuchsaufbaus			
9 <sup>10</sup> Versuch 3.1, erste Zählvorrichtung			
9 <sup>50</sup> Besprechung der ersten Grobauswertung mit Prof. H., Ergebnisse soweit o.k.			
10 <sup>05</sup> Versuch 3.2, zweite Zählung			
12 <sup>10</sup> Protokoll zusammengefasst und von Prof. H. geprüft 12 <sup>15</sup> Ende			

Protokoll E2 S. 1

Versuch 3.1 1. Zählvorrichtung

- Auflösen nach Anleitung
- SPS wie dort beschrieben in Betrieb genommen
- AS-i-Signalerfassung konfiguriert
- Lichtschranke am Input-Modul mit Adresse 15
- Vorhandene Lichtschranke abweichend von der Versuchsanleitung, siehe Geräte liste

Messung 1000 Erbsen fallen durch die Messstrecke

Fallende Erbsen	Gezählte Erbsen
Anzahl / Sek. (s)	Anzahl
5	1000
10	1000
20	980
40	930
60	850
80	700
100	310

(\*) Unsicherheit

1 Hz ± 10%  
mündlich mitgeteilt

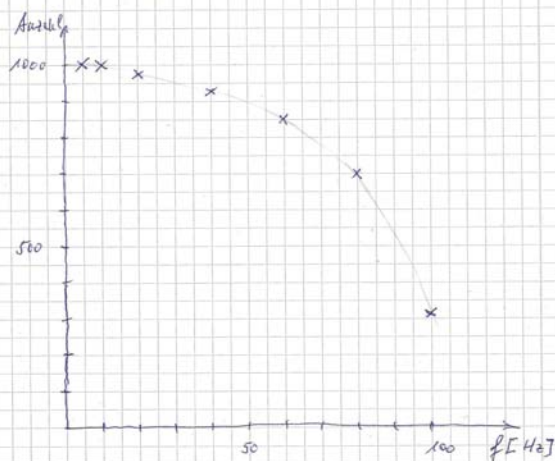
(Skizze siehe separates Blatt)

3.1.3 Vor-Ort-Auswertung

Kurvenapproximation mit der Auswertfunktion aus Kap. 3.1.3 der Anleitung durchgeführt

Ergebnis:

Diagramm zu Protokoll S. 1  
Versuch 3.1



Geräteliste zum Laborversuch **E2**

lfd. Nr.	Hersteller	Bezeichnung, Typ	Einsatzzweck	Messbereich	Toleranz	Bemerkungen, ggf. Inv. Nr.
1	IFM	AC 1203 SPS, AS-i-Controll	Signalerfassung	-	-	
2	Reichelt-Fuchs	Einweglichtschranke	Reichelt-Fuchs	Reichelt-Fuchs	Reichelt-Fuchs	
3	IFM	30 - Kamera	Einweglichtschranke	Reichelt-Fuchs	Reichelt-Fuchs	
4	Vollcraft	9x30V Spannungsmessung	Einweglichtschranke	Reichelt-Fuchs	Reichelt-Fuchs	
5	Labor-Eigenbau	Erbsen - Fallvorrichtung	Einweglichtschranke	Reichelt-Fuchs	Reichelt-Fuchs	

Beispiel:	Gossen Metrawatt	METRAHIT X-TRA	Ohmmeter	1 kΩ	0,2% v. MW + 50	"50" ± 500 mΩ
1						