

# Physikalisches Praktikum

Wirtschaftsingenieurwesen Physikalische Technik und Orthopädietechnik  
Prof. Dr. Chlebek, MSc. M. Gilbert

## U1 Geschwindigkeit des Massepunktes / Fehlerrechnung

---

(Pr\_EX\_U1\_Fehler\_6, 8.9.2009)

Name	Matr. Nr.	Gruppe	Team
1.			
2.			
3.			
<b>Protokoll ist ok</b>	<b>O</b>	<b>Datum</b>	<b>Abtestat</b>
<b>Folgende Korrekturen nötig</b>	<b>O</b>		

## 1. Ziel

Jede quantitative Naturbeschreibung beruht auf Messungen. Die Genauigkeit, mit der ein Messwert bestimmt wird, ist dabei von entscheidender Bedeutung dafür ob die Folgerung, die aus der Messung gezogen werden soll, zulässig ist oder nicht. Jeder Messung muß daher eine sorgfältige Beurteilung der Messgenauigkeit folgen. Im Einzelfall kann das dazu führen, dass die Meßmethode, oder Messapparatur verworfen werden muss, da ihre Messgenauigkeit für das zu klärende Problem nicht ausreicht. An Hand des einführenden Versuches zur Fehlerrechnung sollen Sie lernen Messergebnisse kritisch beurteilen zu können.

Man unterscheidet zwischen systematischen und statistischen Fehlern Mit Hilfe der Fehlerrechnung gewinnt man eine Aussage über die Größe der statistischen Fehler. Statistische Gesetzmäßigkeiten spielen aber auch in anderen Bereichen der Physik (Thermodynamik, Kernphysik) und der Technik (Qualitätskontrolle in der Produktion, Prüfung von Ermüdungserscheinungen bei Werkstoffen), sowie anderen Gebieten (Krankenstatistik, Einkommensstatistik) eine bedeutende Rolle. Der Versuch dient daher auch dazu Sie mit einigen Grundbegriffen der Statistik bekannt zu machen.

## 2. Theorie

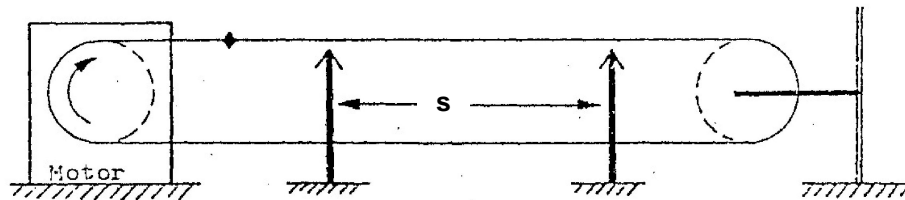
Die Theorie zur Fehlerrechnung ist ausführlich im Teil „Auswertung & Fehlerrechnung“ beschrieben (siehe Internetseite).

## 5. Fragen zur Zulassung

- Wozu dient die Fehlerrechnung einer Messreihe ?
- Was sind statistische und systematische Fehler ?
- Was sind Standardabweichung der Einzelmessung bzw. des Mittelwertes?
- Wie hängt der Vertrauensbereich einer Messreihe von der Anzahl der Messwerte
- Wie wird der größtmögliche Fehler eines Funktionswertes bestimmt, der aus Messwerten abgeleitet wird ?

### 3. Durchführung:

Der prinzipielle Versuchsaufbau zur Geschwindigkeitsmessung ist unten skizziert. Eine Markierung ist an einem Laufband befestigt, das durch einen Motor mit konstanter Drehzahl angetrieben wird. Eine Wegstrecke der Länge  $s$  ist abgesteckt und mit der Stoppuhr wird die Zeit  $t$  gemessen, welche die Markierung zum Durchlaufen der Strecke  $s$  benötigt. Aus den Daten wird die Geschwindigkeit  $v = s/t$  ermittelt.



- 3.1 Es wird die Wegstrecke  $s$  zwischen den beiden Marken bestimmt. Die Messung von  $s$  erfolgt durch Differenzbildung zweier Ablesungen an einem Vergleichsmaßstab. Zwischen aufeinander folgenden Messungen wird der Maßstab in seiner Längsrichtung verschoben, um voneinander unabhängige Einzelmessungen zu erhalten.
- 3.2 Es wird die Zeit  $t$ , die die Markierung auf dem Band für das Durchlaufen von  $s$  benötigt, mit Hilfe einer Stoppuhr bestimmt.
- 3.3 Die Messung wird durch wechselnde Teilnehmer 20-mal durchgeführt.

#### 4. Versuchsauswertung

- 4.0 Beschreiben Sie kurz den Versuchsablauf und die Arten der Messungen.
- 4.1 Legen Sie eine Tabelle der Messwerte  $s$  und  $t$  an und bestimmen Sie die jeweiligen Mittelwerte  $\bar{s}, \bar{t}$ .
- 4.2 Bestimmen Sie die absoluten Fehler der Einzelwerte von  $s, t$  (Standardabweichung  $S_x$ ).
- 4.3 Bestimmen Sie den statistischen Fehler  $\Delta x_{\text{stat}}$  der Mittelwerte von  $x$  und  $t$  a) für 10 Messwerte und b) für 20 Messwerte.
- 4.4 Geben Sie eine Abschätzung für die systematischen Fehler  $\Delta t_{\text{Sys}}$  und  $\Delta s_{\text{Sys}}$  an.
- 4.5 Bestimmen Sie den absoluten und relativen Gesamtfehler  $\Delta s$  und  $\Delta t$
- 4.6 Diskutieren Sie die Abhängigkeit der Ergebnisse von der Anzahl der zur Berechnung beitragenden Messwerte.
- 4.7 Bestimmen Sie die mittlere Geschwindigkeit  $\bar{v} = \bar{s}/\bar{t}$  sowie den absoluten und relativen Größtfehler von  $\bar{v}$  (siehe Regeln für die Fehlerfortpflanzung). Wie muss man die Zeitdauer  $t$  der Messung wählen, um einen möglichst kleinen Fehler für die Geschwindigkeit  $v$  zu erhalten? Begründen Sie anhand der in 4.7 berechneten Formel.
- 4.8.1 Ein elektronischer Sensor gibt ein Spannungssignal  $f(x,y)$  als Funktion der Temperatur  $x$  und des Drucks  $y$  folgender Form  $f(x, y) = -3xy + 2(x-1)y^4 + 5$ . Die Messfehler betragen  $\Delta x = 0,1$ ,  $\Delta y = 0,05$  für alle Messpunkte  $x, y$ .
- a) Bestimmen Sie die Formel für den Größtfehler  $\Delta f$ .
- b) Bestimmen Sie den Größtfehler  $\Delta f$  für folgende Messpunkte  $(x, y) = (0, 0), (1, 1), (2, 2), (10, 10)$ .
- Hängt der Fehler in  $\Delta f$  vom Messpunkt  $(x, y)$  selbst ab?
- 4.8.2 Sie sägen eine quadratische Holzplatte der Kantenlänge  $L = 1$  m. Geben Sie den Fehler in der Plattenfläche an, der aus einem Fehler von  $\Delta L = 1$  cm in der Messung der Seitenlänge folgt.