



Vorübung zur Tabellenkalkulation

Bevor Sie an Ihrem ersten Praktikumstag Experimente durchführen, sollten Sie Sicherheit im Umgang mit einem Tabellenkalkulations-Programm (Excel o.ä.) gewinnen.

Sie sollen deshalb vorweg anhand von Beispieldaten eine schrittweise Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung einer Messreihe durchführen. Geben Sie dann Ihr Ergebnis

Verwenden Sie hier **nicht die im Programm vorhandenen fertigen Funktionen** für Mittelwert und Standardabweichung! Es sollen gerade anhand der **schrittweisen** Berechnung die Möglichkeiten und Tücken der Tabellenkalkulation, aber auch die Bedeutung der Standardabweichung klarer werden. Eine schrittweise Anleitung finden Sie unten.

Bearbeiten Sie bitte vor dem ersten Praktikumstag die für Ihren ersten Praktikumsversuch vorgesehene Aufgabe mit den unten beschriebenen Beispieldaten.

An Ihrem ersten Praktikumstermin werden Ihre Resultate diskutiert.

Versuch	Beispieldaten
Viskosität	Kugelfall, Fallzeit (s): 16.8; 17.5; 17.2; 17.0; 16.9; 17.3; 17.0; 17.1
Drehschwingungen	Freie Schwingung, Periodendauer (s): 19.63; 19.49; 19.71; 19.59; 19.65; 19.60; 19.66; 19.58
Oberflächenspannung	Abreißmethode, Kraftwerte (mN): 30.5; 31; 30.5; 31.5; 30; 31.5; 30.5; 30
Schallwellen	Resonanzrohr, Schallgeschwindigkeit (m/s): 339; 332; 354; 362; 339; 324; 347; 355
Spezifische Wärme	Temperaturmessung (°C): 35.4; 35.6; 35.4; 35.7; 35.5; 35.4; 35.6; 35.7
Geometrische Optik	Brennweitenbestimmung, Brennweite (mm): 158.0; 162.1; 157.8; 159.7; 161.7; 160.5; 163.1; 158.6
Beugung	Wellenlängenbestimmung (nm): 631.8; 634.2; 632.5; 630.9; 635.1; 633.2; 634.6; 631.3
Wechselstromkreise	Periodendauer (μs): 98.4; 103.2; 100.7; 99.6; 102.1; 99.3; 101.5; 101.2
Elektrische Eigenschaften	Stromstärke (mA): 15.3; 15.5; 15.2; 15.5; 15.4; 15.3; 15.5; 15.6

Hinweis: Geben Sie Ihre Daten bevorzugt in Exponentialdarstellung in die Tabelle ein, z.B.: statt 631.8 nm → 631.8e-9 m (dies bedeutet: 631.8 · 10⁻⁹ m)

Tabellenkalkulation

Als Beispiel soll **Mittelwert und Standardabweichung** einer **Messreihe** (hier: Zeitmessungen) bestimmt werden. Dazu müssen die Zahlenwerte eingegeben werden, am besten in folgendes Schema:

	A	B	C
1	Messung #	Zeit t [?]	(t-T) ²
2		1	
3		2	
4		...	
5	Anzahl		
6	Summe		
7	Mittelwert T [?]		
8			
9	Standardabw. Sigma [?]		

Beschriften Sie Spalten und Zeilen, damit die Übersicht erhalten bleibt und damit auch später nachvollziehbar ist, was gemacht wurde. Denken Sie daran, dass zu jeder physikalischen Größe auch die **Einheit** gehört, die Zahl alleine ist bedeutungslos!

Um den Mittelwert zu berechnen muss in die Zelle, in der später der berechnete Wert stehen soll, eine **Formel** eingegeben werden. Diese **beginnt immer mit einem „=“-Zeichen**. Um den Zahlenwert einer anderen Zelle in der Formel zu benutzen, gibt man die Zellkoordinate ein oder klickt mit der Maus in die Zelle. Mit der Maus lassen sich auch mehrere Zellen auf einmal markieren, falls diese als Argument für eine Funktion gedacht sind. Formelbeispiele:

- =B2+1 *addiert zum Inhalt der Zelle B2 den Wert 1*
- =B2+B3+B4+B5 *Summe der Zelleninhalte B2 bis B5*
- =sin(D1)*exp(F1)+G1^(-3) *Beispiel für Rechenoperationen*

Die Formel lässt sich jederzeit **editieren**, wenn man die Zelle **doppelklickt**.

Die Anzahl berechnet sich mit folgender Formel: =ANZAHL(Anfangszelle:Endzelle) z.B. „=ANZAHL(B2:B12)“. Für die Summe gibt es ebenfalls eine vordefinierte Funktion: =SUMME(Anfangszelle:Endzelle) z.B. „=SUMME(B2:B12)“.

Für die Standardabweichung müssen wir zuerst die **quadratischen Abweichungen der Messwerte vom Mittelwert berechnen**, um diese dann **aufsummieren** zu können. Geben Sie dazu im Feld C2 die Formel ein, aber anstatt eines Bezugs auf die Mittelwertzelle (hier B7) zu setzen geben Sie den Zahlenwert des Mittelwertes direkt ein (z.B. 10,56). Um die restliche Spalte zu berechnen müssen wir nicht die Formel jedesmal neu eingeben, sondern können diese in die neuen Zellen übertragen. Klickt man die Zelle mit der Formel an, so befindet sich in der rechten unteren Ecke ein kleines schwarzes Viereck. Klickt man dieses an und zieht die Maus bei gedrückter linker Maustaste nach unten, so wird der Inhalt (in diesem Fall die **Formel**) **in die tieferen Zellen übertragen**, wobei sich die Zeilenzahl der Zellbezüge automatisch mit ändert! Steht in der zweiten Zeile =B2+1, so steht in der dritten =B3+1 usw.

Zellenangaben in Formeln sind also **relative Bezüge**.

Will man verhindern, dass Bezüge verschoben werden, so muss man den Zeilen- bzw. Spaltenindex 'fixieren' indem man ihm ein \$-Zeichen voranstellt (**absolute Bezüge**). Ein \$B7 verhindert, dass bei Übertragung der Formel in eine andere Zelle die Spalte sich ändert, ein B\$7 verhindert, dass sich die Zeile ändert, \$B\$7 verhindert beides.

Im obigen Beispiel kann man also statt des Zahlenwerts (z.B. 10,56) auch den absoluten Bezug \$B\$7 in die Formel einsetzen.

Um die Standardabweichung zu erhalten muss nun noch die Summe der quadratischen Abweichungen (hier in Zelle C6) durch Anzahl-1 dividiert werden und schließlich die Wurzel gezogen werden.

In Excel kann man Formeln auch mit dem Formeleditor eingeben, welcher bereits viele **vordefinierte Funktionen** besitzt. Klicken Sie die Zelle unter der Mittelwertszelle an und drücken Sie das f_x –**Symbol** aus der Menüleiste. Der Formeleditor bietet Ihnen eine Auswahl aus verschiedenen mathematischen Bereichen an. Wir wollen nun den Mittelwert mit Hilfe der **vordefinierten Mittelwertsfunktion** berechnen (Kategorie „Statistik“). Die Mittelwertsfunktion benötigt einen Zahlenbereich, welcher folgende Syntax besitzt: Anfangszelle:Endzelle z.B. „B2:B12“, dies können Sie auch durch die Maus eingeben, indem Sie die entsprechenden Zellen markieren.

Für die Standardabweichung gibt es ebenfalls eine vordefinierte Funktion („STABW.S“, schätzt die Standardabweichung ausgehend von einer Stichprobe). Verwenden Sie diese und überprüfen Sie, ob die Ergebnisse mit den von Ihnen berechneten Werten übereinstimmen.

Grafische Darstellung und lineare Regression

Wir erstellen zunächst eine Wertetabelle, die wir dann graphisch ausgeben und ggf. durch lineare Regression (in Excel ‚Trendlinie‘) auswerten können.

Falls keine lineare Beziehung zwischen den y- und den x-Werten besteht, so kann oft dennoch ein linearer Graph erzeugt werden, in dem man die Auftragung geeignet wählt. So kann etwa eine Hyperbel ($y = c/x$) als Gerade in einer Auftragung y gegen $1/x$ dargestellt werden.

In diesem Fall muss eine Tabelle mit den darzustellenden X- und Y-Werten berechnet werden

X-Werte [?]	Y-Werte [?]

Um die Daten in einem Diagramm darzustellen, markieren wir mit der Maus die Zahlen der beiden Spalten (Strg-Taste gedrückt halten) und klicken in der Menüleiste den Diagrammassistenten an. (Ein Knopf mit einem symbolisiertem blau-gelb-rotem Balkendiagramm).

- 1.) Diagrammtyp PUNKT (XY) -> Weiter
- 2.) Datenbereiche (haben wir durch das Markieren schon angegeben) -> Weiter
- 3.) Diagrammoptionen (Eingabe von Titel, Achsenbeschr., Gitternetzlinien,...) -> Weiter
- 4.) Diagrammplatzierung (als eigenes Blatt oder kleines Diagramm) -> Ende

Achten Sie darauf in Diagrammen stets die Achsen zu beschriften und vergessen Sie auch hierbei nicht die Einheiten. Änderungen an Diagrammen (z.B. Achsenbeschriftung, Gitternetzlinien,...) können auch noch nach der Fertigstellung vorgenommen werden. Klicken sie hierzu mit der rechten Maustaste auf das Diagramm und wählen sie „Diagramm-Optionen...“.

Für die lineare Regression wird noch eine Trendlinie in dem Diagramm benötigt. Dazu klicken wir mit der linken Maustaste einen Punkt der Datenreihe an (diese sollte jetzt gelb erscheinen), drücken dann die rechte Maustaste und wählen den Menüpunkt „Trendlinie hinzufügen...“ an. Wir verwenden den Typ „Linear“ und bei Optionen „Formel im Diagramm darstellen“.