

Einsatz der Computer im Basispraktikum Physik

1 Zum Umgang mit den Computern im Basispraktikum

Die Computer im Basispraktikum können und sollen von den Studierenden für alle Aufgaben genutzt werden, die im Zusammenhang mit den Praktikumsversuchen stehen. Eine kurze Einführung in ihre Benutzung wird während des ersten Praktikumstermins gegeben. Studierenden ohne ausreichende Kenntnisse im Umgang mit Computern wird empfohlen, möglichst bald an entsprechenden Kursen teilzunehmen (Windows, Textverarbeitung (Word oder LaTeX), Tabellenkalkulation (Excel), Präsentation (Powerpoint), eine Programmiersprache).

1.1 Anmelden am Computer

Die Anmeldeinformationen (Benutzername und Passwort) für die Computer im Basispraktikum (Betriebssystem Windows 10) werden ihnen vor Ort mitgeteilt. Die Origin Übungen werden im Computerraum des Institutes für Physik durchgeführt (CIP-Raum¹). Für den Zugang zu diesen Computern benötigen sie ihre persönlichen Zugangsdaten (Nutzererkennung der Universität Oldenburg).

Bitte vermeiden sie die dauerhafte Speicherung von Daten auf den Praktikumscomputern. Eine dauerhafte Datensicherheit kann nicht gewährleistet werden. Um persönliche Daten dauerhaft zu sichern, sollten Sie deshalb auf einem eigenen USB-Speicherstick oder in einem persönlichen Verzeichnis im Hochschulnetz gespeichert werden. Ein solches Verzeichnis wird von der Abteilung IT-Dienste² der Universität für alle Studierenden zur Verfügung gestellt.

1.2 Schutz vor Computer-Viren

Die Studierenden im Basispraktikum können für die Sicherung ihrer eigenen Daten USB-Speichersticks verwenden. Dabei ist sicherzustellen, dass keine Computer-Viren auf die PCs übertragen werden. Im Zweifelsfall muss der Datenträger vor Verwendung mit der Antivirensoftware überprüft werden.

2 Auswahl der zur Verfügung stehenden Software

Neben den Windows-Standardprogrammen sind übliche Programme zur Textverarbeitung (Word), zur Tabellenkalkulation (Excel), zur Präsentation (Powerpoint) und Internetbrowser (Firefox) auf den Computern im Basispraktikum verfügbar. Darüber hinaus stehen die Programme Origin und Matlab zur Verfügung. Sie sind für die Datenaufnahme, Datenanalyse und Datenvisualisierung sowie für allgemeine Funktionsberechnungen und Darstellungen von Funktionsgraphen besonders geeignet und im technisch-wissenschaftlichen Bereich weit verbreitet. Beide Programme sind auch auf den Computern im CIP-Raum des Instituts für Physik verfügbar. Eine Nutzung auf dem eigenen PC ist ebenfalls möglich. Informationen dazu finden sich hier:

<https://uol.de/physik/lehre/physik-praktika/origin> (Origin)

<https://uol.de/physik/lehre/physik-praktika/matlab> (Matlab).

Die folgenden Kurzanleitungen können und sollen keine Handbücher ersetzen, sondern lediglich Einstiegshinweise geben, die für die Lösung der jeweiligen exemplarischen Aufgaben ausreichend sind. Weitere Hinweise werden vor Ort gegeben. Bei den folgenden Beschreibungen wird vorausgesetzt, dass grundlegende Kenntnisse im Umgang mit Windows-Programmen vorhanden sind.

3 Origin

Das Programm Origin (Version 2019)³ wird im Praktikum eingesetzt, um Messdaten in Tabellen einzugeben, Berechnungen mit den Daten durchzuführen, grafische Darstellungen der Daten zu erzeugen, Parameter von Ausgleichsgeraden durch Messwerte zu berechnen (*lineare Regression*) und nichtlineare

¹ Im CIP-Raum des Instituts für Physik (W2 2-249) stehen den Studierenden mehrere Computer zur Verfügung. Einzelheiten dazu unter <http://www.uol.de/physik/cip/>.

² <http://www.uni-oldenburg.de/itdienste/>

³ Mittlerweile ist für Ihren privaten Gebrauch die Origin Version 2024 erhältlich.

Funktionsfits durchzuführen. Die in Kap. 3 beschriebenen Punkte werden erst im späteren Verlauf des Praktikums benötigt. Es wird daher empfohlen, zu gegebener Zeit erneut einen Blick in diesen Text zu werfen.⁴

3.1 Start von Origin, Grundeinstellungen

Nach dem Start von Origin erscheint eine Bildschirmoberfläche ähnlich wie in Abb. 1 dargestellt. Die Anzahl und die Position geöffneter Fenster und Symbolleisten hängen von den persönlichen Einstellungen ab. Über

- Ansicht bzw.
- Ansicht → Symbolleisten

lassen sich die Einstellungen den individuellen Bedürfnissen anpassen.⁵

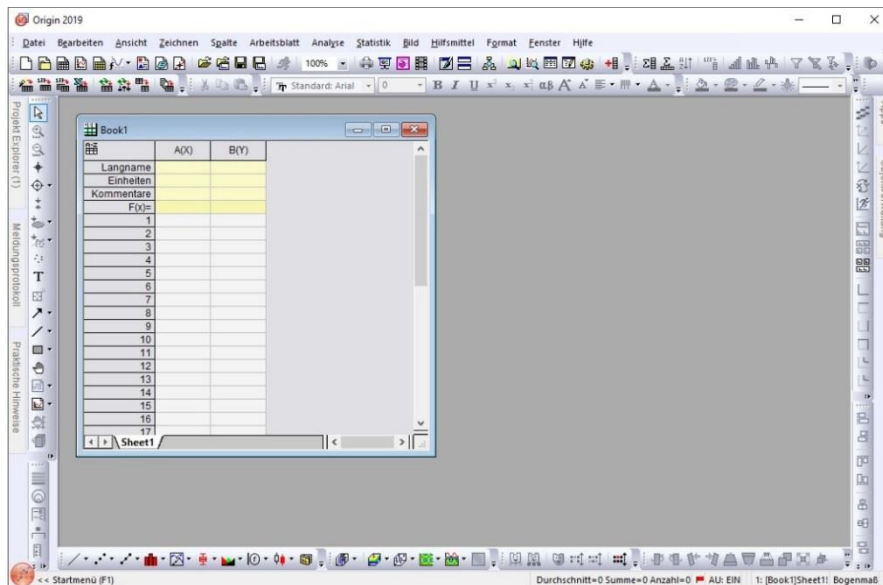


Abb. 1: Ausschnitt der Bildschirmoberfläche nach dem Starten des Programms Origin (Version 2019).

In dem Startfenster erscheint, ähnlich wie beim Programm EXCEL, ein Fenster mit einem leeren Arbeitsblatt (*Sheet1*) einer Arbeitsmappe (*Book1*). In dieses Arbeitsblatt werden die Messdaten eingetragen, aus denen anschließend Diagramme erzeugt werden. Möglicherweise werden später weitere Arbeitsblätter und Diagramme, Notizen, Berechnungen usw. ergänzt. All diese Daten werden von Origin zu einem *Projekt* zusammengefasst, das als Ganzes in einer Datei mit der Endung *.opj* (origin project) abgespeichert wird:

- Datei → Projekt speichern.

Das in Abb. 1 unten dargestellte Fenster des *Projekt-Explorers* enthält eine Übersicht aller zu einem *Projekt* gehörenden Daten. Es lässt sich wie folgt sichtbar machen:

- Ansicht → Projekt Explorer

Die Lage und Größe des Fensters kann wie üblich eingestellt werden.

Über das Menü

- Hilfe → Sprache ändern bzw.
- Help → Change Language

kann zwischen der deutschen und englischen Sprachversion von Origin umgeschaltet werden.

⁴ Weitere Unterlagen zu Origin (Getting Started, Tutorials, Help,...) finden sich im Download-Bereich der Seite <http://www.originlab.com/>.

⁵ Die Lage einer Symbolleiste (oben, unten, seitlich) kann, wie bei Windows-Programmen üblich, verändert werden, indem die Symbolleiste bei gedrückter linker Maustaste an die gewünschte Position gezogen wird.

3.2 Einstellung des Dezimalzeichens

Version 2019 von Origin erlaubt die Umschaltung zwischen einer deutschen und englischen Sprachversion. Dadurch kann es zu Mehrdeutigkeiten bei der Interpretation des Dezimaltrennzeichens (Dezimalkomma bzw. Dezimalpunkt) kommen, die u.U. zu scheinbar unerklärlichen Fehlern führen. Um solche Probleme zu vermeiden, dürfen bei Verwendung von Origin nicht die *Regions- und Sprachoptionen* aus Windows übernommen werden, sondern es muss explizit der *Dezimalpunkt* als Trennzeichen eingestellt werden. Diese Einstellung erfolgt gem. Abb. 2 über

→ Hilfsmittel → Optionen → Zahlenformat → Trennzeichen → 1,000.0
 Trennzeichen für ASCII-Import → 1,000.0

Der Punkt in der Angabe 1,000.0 ist das Dezimaltrennzeichen, das Komma nur eine visuelle Hilfe zur Hervorhebung von Tausender-Blöcken (englische Notation).

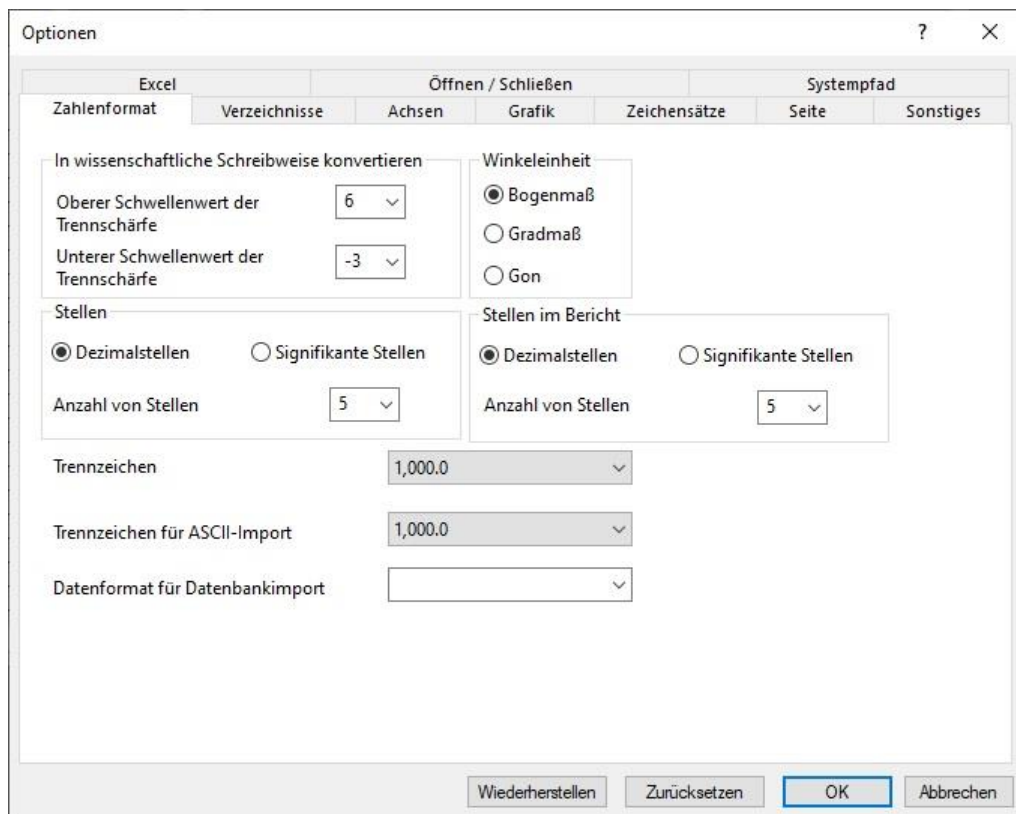


Abb. 2: Einstellung des Dezimalpunktes als Dezimaltrennzeichen.

3.3 Beispielaufgaben

Kap. 3 widmet sich der linearen Regression. Es kann zunächst übersprungen werden. Es wird bei der Behandlung der „Fehler- und Ausgleichsrechnung“ benötigt.

3.3.1 Grafische Darstellung von Messdaten

Ziel: Eingabe von X-Werten (X), einem dazugehörigen Satz von Y-Werten (Y1), Fehlern zu diesen Y1-Werten (FY1) und einem zweiten Satz von Y-Werten (Y2) zu denselben X-Werten. Anschließend grafische Darstellung dieser Werte inkl. Fehlerbalken für die Y1-Werte.

- (1) Nach dem Start von Origin erscheint die Oberfläche eines neuen *Projektes* (Abb. 1). Auf der Projektoberfläche ist ein Arbeitsblatt (*Worksheet*) der Arbeitsmappe *Book1* geöffnet, in das die Daten eingegeben werden können (analog zu einer Excel-Tabelle).
- (2) Statt manueller Eingabe in das Arbeitsblatt können Daten auch aus Dateien mit fremden Formaten (Excel, ASCII,...) importiert oder per *cut&paste* eingefügt werden.

- (3) Die Arbeitsblatt-Tabelle hat zunächst 2 Spalten⁶: A(X) und B(Y), wobei A und B die Bezeichnungen der Spalten sind und die Buchstaben in Klammern angeben, ob es sich um Abszissen-Werte (X) oder Ordinaten-Werte (Y) handelt. Weitere Spalten für die Fehlerangabe zu Y (FY1) und den zweiten Datensatz mit Y-Werten (Y2) erhält man durch: → Spalte → Spalten hinzufügen.
- (4) Die Dateneingabe erfolgt unter Verwendung des Dezimalpunktes (s. Kap. 3.2). In den gelb unterlegten Zellen der Zeile Langname wird die Beschriftung für die Daten der jeweiligen Spalte eingetragen. Abb. 3 (links) zeigt das Arbeitsblatt nach Eintrag der Daten.

	A(X)	B(Y)	C(Y)	D(Y)
Langname	X	Y1	FY1	Y2
Einheiten				
Kommentare				
F(x)=				
1	1	3	1.3	1
2	2	5	1.5	4
3	3	7	1.7	9
4	4	9	1.7	16
5	5	11	1.1	26
6	6	13.5	1.1	36
7	7	15	1.9	54
8				
9				
10				

Abb. 3: Origin-Arbeitsblatt in der Arbeitsmappe *Book1* nach Eintrag der Daten (links) und nach Festlegung des Datentyps in den Spalten (rechts).

- (5) Zur Erstellung eines Diagramms aus den eingegebenen Daten ist festzulegen, welche Spalte welchen Datentyp enthält. Dazu jeweils die gesamte Spalte markieren (Mausklick auf den Kopf der Spalte), dann rechter Mausklick, danach → Setzen Als. Zur Auswahl stehen:
- Als X setzen
 - Als Y setzen
 - Y-Fehlerbalken
 - X-Fehlerbalken.

Durch diese Festlegung ändert sich die Spaltenbeschriftung gem. Abb. 3 (rechts): C(yEr±)⁷ bedeutet z. B., dass in Spalte C Y-Fehlerwerte stehen.

- (6) Anschließend die Spalten mit den zu zeichnenden Daten markieren. Da hier alle Daten gezeichnet werden sollen, müssen alle Spalten markiert werden. Danach → Zeichnen → Symbol → Punktdiagramm. Durch Wahl von Punktdiagramm werden nur Datenpunkte gezeichnet, ohne Verbindungslinien, die in der Regel physikalisch unsinnig sind.
- (7) Das Diagramm wird in ein neues Fenster (*Graph1*) gezeichnet, das damit zum aktiven Fenster wird. Dadurch ergeben sich z.T. andere Einstellungen in der Hauptmenüleiste (Abb. 4), als wenn das Arbeitsblatt das aktive Fenster ist (Abb. 1).
- (8) Die Symbole für die Datenpunkte lassen sich nach Doppelklick auf die Symbole ändern. Im sich öffnenden Fenster muss zunächst unter → Gruppe → Modus Bearbeiten der Wert Unabhängig eingestellt werden. Danach können unter → Symbole diverse Eigenschaften (Größe, Form, Farbe) für die einzelnen Datensätze unabhängig voneinander eingestellt werden. Es wird empfohlen, möglichst *offene* statt gefüllter Symbole zu verwenden, da dadurch z. B. kleine Fehlerbalken besser erkannt werden können.
- (9) Alle Textfenster in einem Diagramm sind nach Anklicken frei verschiebbar.
- (10) Die Achsenbeschriftung, die Achsenkalierung, die Art der Achse (linear, logarithmisch, ...), Gitterlinien usw. lassen sich über ein Fenster einstellen, das sich nach einem Doppelklick auf die entsprechende Achse öffnet.

⁶ englisch *column*, in Origin abgekürzt mit *col*.

⁷ „Er“ von „error“ (Fehler).

- (11) Funktionsgraphen können einem Diagramm wie folgt hinzugefügt werden: Klick auf das Diagrammfenster, das dadurch zum aktiven Fenster wird. Dann → Grafik → Funktionsgraph hinzufügen. Im sich öffnenden Fenster kann die Funktion eingegeben werden.

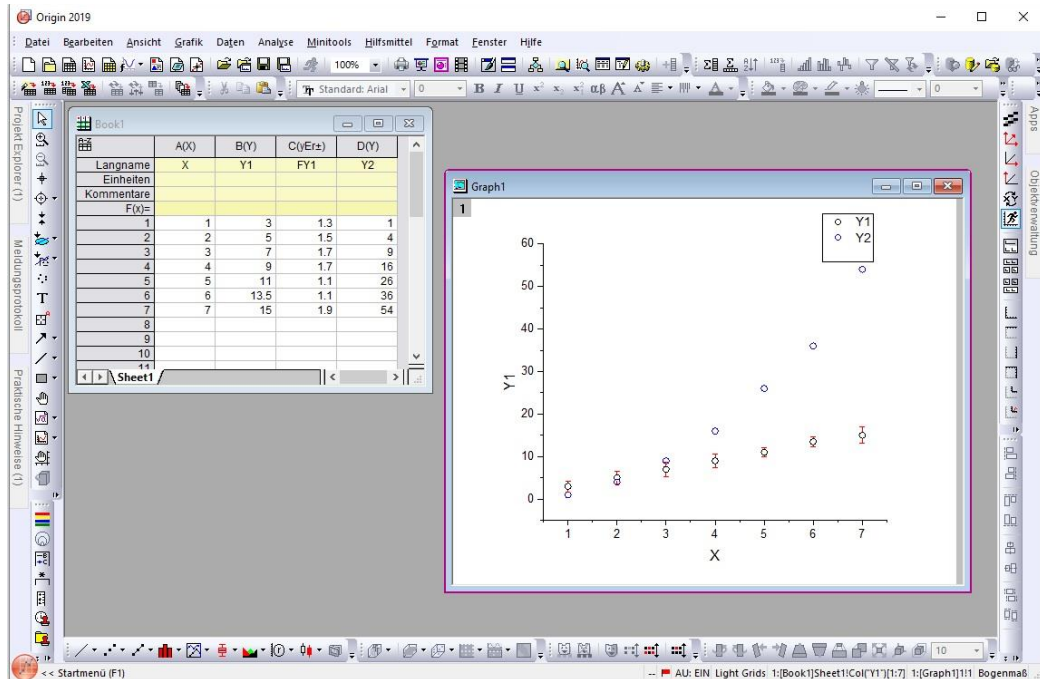


Abb. 4: Origin-Fenster nach Zeichnen eines Diagramms (*Graph1*). Die Fehler zu den Y1-Werten (schwarze Kreise) werden als Fehlerbalken (rote Linien) dargestellt.

3.3.2 Berechnungen mit Tabellendaten

Berechnungen mit den eingegebenen Daten können wie folgt durchgeführt werden: Arbeitsblatt durch Anklicken zum aktiven Fenster machen, dann eine leere Spalte (in den folgenden Beispielen E, F oder G) markieren, anschließend

→ Spalte → Spaltenwerte errechnen

In das nun erscheinende obere Textfenster (Abb. 5 links) wird die gewünschte Rechenoperation eingetragen.

1. Beispiel: In Spalte E soll das (elementweise) Produkt der Spalten A und B erscheinen. In das Textfenster trägt man demnach `col(A) * col(B)` ein (Abb. 5 links), anschließend → OK.

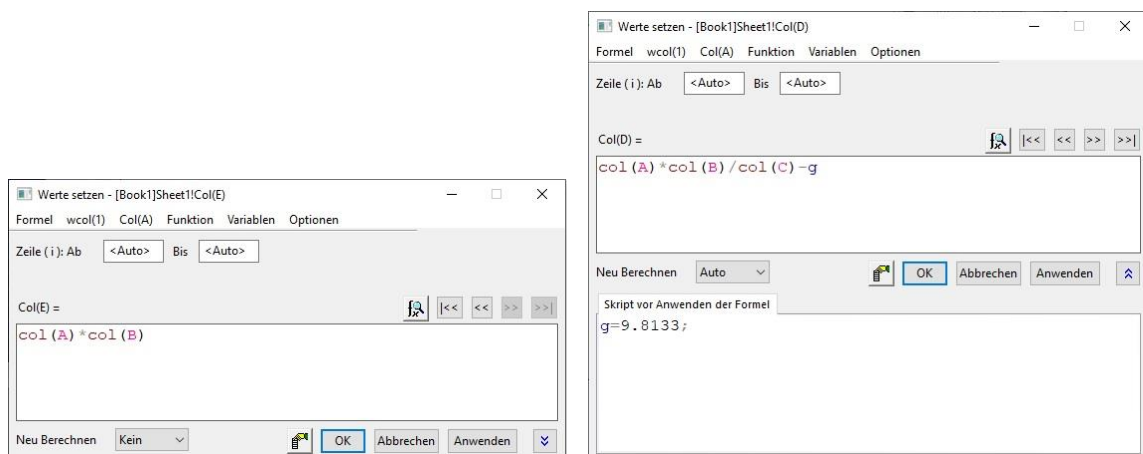


Abb. 5: Textfenster zum Eintrag von Rechenoperationen (links) und zusätzliches Skriptfenster (rechts, unten) zur Definition von Parametern.

Häufig müssen Berechnungen durchgeführt werden, bei denen neben den Zahlenwerten aus einzelnen Spalten auch Zahlenwerte physikalischer Größen wie z.B. die Erdbeschleunigung g , ein Widerstand R , eine Kapazität C usw. benötigt werden. Dann ist es praktisch, wenn diese Zahlenwerte einmal definiert (festgelegt) werden können und für alle späteren Berechnungen innerhalb desselben Projektes zur Verfügung stehen. Solche Definitionen können in einem *Skriptfenster* vorgenommen werden. Dazu wird dieses Fenster zunächst durch Klick auf den nach unten gerichteten Doppelpfeil (Abb. 5 links, unten rechts) sichtbar gemacht. Danach trägt man im unteren *Skriptfenster* (Abb. 5 rechts) die gewünschten Definitionen ein. Jede Definition wird mit einem Semikolon und der Eingabetaste abgeschlossen. Dazu folgendes Beispiel:

2. Beispiel: In Spalte F soll die Differenz aus dem Produkt der Spalten A und B, dividiert durch Spalte C, und der Erdbeschleunigung g erscheinen, die im Skriptfenster mit $g=9.8133$ definiert wird. Der Eintrag im Textfenster muss dann lauten: `col(A)*col(B)/col(C) - g, → OK.`
3. Beispiel: In Spalte G soll der Sinus von der Differenz der Werte in den Spalten B und A erscheinen. Der Eintrag im Textfenster muss dann lauten: `sin(col(B)-col(A)), → OK.`

3.3.3 Lineare Regression

Eine lineare Regression („linearer Fit“), d. h. die Berechnung einer Ausgleichsgeraden $y = a + bx$ durch Datenpunkte, die in einem Diagramm dargestellt wurden, wird wie folgt durchgeführt: Klick auf das Diagrammfenster, das dadurch zum aktiven Fenster wird. Anschließend Klick auf einen Datenpunkt, der zu dem Datensatz gehört, für den eine Ausgleichsgerade berechnet werden soll (hier ein Punkt aus dem Datensatz $(X, Y1)$). Danach \rightarrow Analyse \rightarrow Anpassen \rightarrow Linearer Fit⁸. Es öffnet sich ein Fenster *Lineare Anpassung*, in dem eine Vielzahl von Parametern eingestellt werden kann. Nur die Wichtigsten werden hier erwähnt:

- (1) Der Wert im Fenster *Neu berechnen* sollte auf *Auto* gesetzt werden. Dadurch erfolgt eine automatische Neuberechnung aller Parameter der linearen Regression nach Änderung von Daten.
- (2) Im Feld *Fit Steuerung* \rightarrow Fehler als Gewichtung \rightarrow Keine Gewichtung (vor-erst).
- (3) Für eine Berechnung der Steigung b und des Ordinatenabschnitts a der Ausgleichsgeraden im Feld *Fit Steuerung* keine Haken setzen.

Hinweis:

Für eine Berechnung *nur* der Steigung b der Ausgleichsgeraden (wenn der Ordinatenabschnitt a fest vorgegeben ist): Haken bei *Fester Schnittpunkt* mit der Y -Achse setzen, Ordinatenabschnitt a festlegen. Für eine Berechnung *nur* des Ordinatenabschnitts a der Ausgleichsgeraden (wenn also die Steigung der Geraden fest vorgegeben ist): Haken bei *Feste Steigung* setzen, Steigungswert b festlegen.

- (4) Im Feld *Angepasstes Kurvendiagramm* unter \rightarrow *X-Datentyp* \rightarrow Bereich die Einstellung *Ausweiten* auf gesamten Achsenbereich wählen. Die übrigen Einstellungen können beibehalten werden.
- (5) Nach Klick auf *OK* wird der lineare Fit durchgeführt. Im Diagrammfenster erscheinen die Ausgleichsgerade und eine Tabelle mit den Ergebnissen des linearen Fits (Abb. 6). Nach Doppelklick auf die Tabelle kann sie, wie üblich, den eigenen Bedürfnissen angepasst werden.

⁸ Wenn bereits einmal ein linearer Fit durchgeführt wurde, muss gewählt werden, ob alte Einstellungen übernommen werden sollen, oder ob ein neues Dialogfenster geöffnet werden soll.

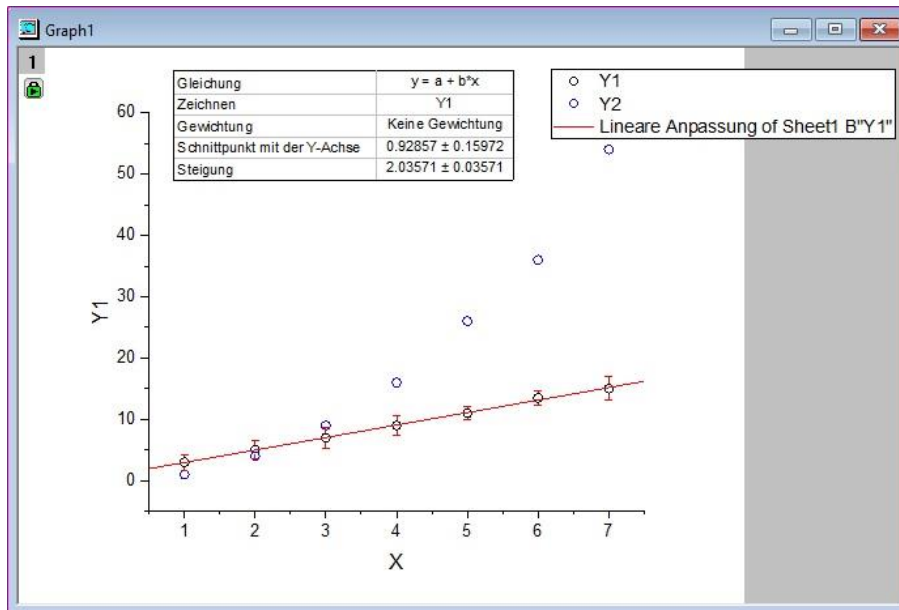


Abb. 6: Origin-Diagrammfenster nach Durchführung eines linearen Fits durch die X/Y1-Wertepaare.

- (6) Nach Durchführung des linearen Fits werden in der Arbeitsmappe *Book1* automatisch zwei weitere Arbeitsblätter ergänzt, in denen die Ergebnisse des linearen Fits (Blatt *FitLinear1*) und eine Wertetabelle zu der Ausgleichsgeraden (Blatt *FitLinearCurves1*) ausgegeben werden (Abb. 7).

	A(X)	B(Y)	C(yEr±)	D(Y)
Langname	X	Y1	FY1	Y2
Einheiten				
Kommentare				
F(x)=				
1	1	3	1.3	1
2	2	5	1.5	4
3	3	7	1.7	9
4	4	9	1.7	16
5	5	11	1.1	26
6	6	13.5	1.1	36
7	7	15	1.9	54
8				
9				
10				
11				

Abb. 7: Origin-Arbeitsmappe nach Durchführung eines linearen Fits.

- (7) Neben den Größen a und/oder b werden im Ergebnisfenster die Zahl N der für den Fit benutzten Datenpunkte (Wertepaare) und der Korrelationskoeffizient R ausgegeben, der die Wahrscheinlichkeit angibt, dass X- und Y- Werte in linearer Beziehung zueinander stehen. Die übrigen Parameter sind im Basispraktikum vorerst unbedeutend.

Andere Verfahren zur Berechnung von Ausgleichskurven („Fit“) durch Datenpunkte, z. B. nichtlineare Funktionsfits, wie sie unter \rightarrow Analyse \rightarrow Anpassen zur Verfügung stehen, werden im Basispraktikum erst später benötigt. Auf sie wird zu gegebener Zeit eingegangen.

3.3.4 Lineare Regression in logarithmischen Diagrammen

Durch das Logarithmieren lassen sich bestimmte nichtlineare Zusammenhänge linearisieren. Beispielsweise wird aus dem Exponentialzusammenhang

$$y = a e^{bx}$$

durch Anwendung des natürlichen Logarithmus (Basis e)

$$\ln y = \ln a + b x$$

Trägt man also in einem *halblogarithmischen* Diagramm y über x auf (Ordinate logarithmisch), so ergibt sich eine lineare Darstellung: eine Gerade mit der Steigung b und dem Ordinatenabschnitt $\ln a$.

Ebenso wird aus dem Potenzgesetz

$$y = a x^b$$

durch Logarithmieren (Basis 10)

$$\log y = \log a + b \log x$$

Trägt man demnach in einem *doppeltlogarithmischen* Diagramm y über x auf (Ordinate und Abszisse logarithmisch), so ergibt sich ebenfalls eine lineare Darstellung: eine Gerade mit der Steigung b und dem Ordinatenabschnitt $\log a$.

Für eine lineare Regression durch derart linearisierte Daten muss unter `→ Analyse → Anpassen → Linearer Fit` unter `Fit Optionen` der Haken bei `Scheinbarer Fit` gesetzt werden. Der Fit erfolgt dann durch die linearisierten Daten, wie sie im Diagramm erscheinen.

4 Matlab

Das Programm `Matlab` wird im Praktikum eingesetzt, um Zahlenwerte mathematischer Funktionen zu berechnen und grafisch darzustellen, Berechnungen mit vektoriellen Größen durchzuführen und Messdaten über geeignete Hardware in den Computer einzulesen und darzustellen⁹. Dies stellt nur einen sehr bescheidenen Ausschnitt der vielfältigen Möglichkeiten dar, die `Matlab` bietet, der für die Arbeit im Basispraktikum jedoch zunächst ausreichend ist.¹⁰

Im Rahmen von Basispraktikum werden fertige `Matlab` Programme zur Verfügung gestellt, deren Anwendungen selbsterklärend sind. Dies geschieht in Form einer Textdatei, das so genannte „`m-File`“ (oder „`Matlab-Script-File`“, Endung „`.m`“) mit der das jeweilige Anwendungsprogramm gestartet werden kann.

⁹ `Matlab`-Programme kommen bei den Versuchen *Oberflächenspannung* und *Geometrische Optik* zum Einsatz.

¹⁰ Eine Kurzanleitung für `Matlab` („`Primer`“) ist zu finden unter:
http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/matlab/getstart.pdf, letzter Abruf 01.03.2017.