Franz Josef Mehr
María Teresa Mehr

Excel und VBA

Einführung mit praktischen Anwendungen in den Naturwissenschaften

Springer Vieweg

Excel und VBA

Franz Josef Mehr • María Teresa Mehr

Excel und VBA

Einführung mit praktischen Anwendungen in den Naturwissenschaften

Springer Vieweg

Franz Josef Mehr
Schweigen-Rechtenbach
Deutschland

María Teresa Mehr
Schweigen-Rechtenbach
Deutschland

ISBN 978-3-658-08885-9
ISBN 978-3-658-08886-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-08886-6

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Springer Vieweg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Für Sofia und Laura

Vorwort

Wir haben dieses Buch geschrieben, um allen jenen zu helfen, die mit *Excel* und *VBA* arbeiten möchten oder müssen. Der Personenkreis umfasst neben Studierenden und Schülern, insbesondere Praktiker der Physik, Chemie, Ingenieurwissenschaften, Informatik usw. *Excel* ist ein derart vielseitiges Werkzeug, vor allem im Zusammenwirken mit der Programmiersprache *VBA* (Visual Basic for Applications), dass es praktisch unmöglich ist, seinen Einsatzbereich mit wenigen Worten zu beschreiben. *Excel* ist ein "Tabellenkalkulationsprogramm" – aber was bedeutet dies?

Wir sind von der Überzeugung geleitet worden, dass eine bloße Aufzählung der Einsatzmöglichkeiten und eine allgemeine Beschreibung der nötigen Handgriffe für ein wirkliches Eindringen in *Excel* und *VBA* nicht ausreichen. Wir haben uns konkrete Anwendungsbeispiele ausgesucht. In den meisten Fällen haben wir die Aufgaben "rezeptartig" formuliert (d. h. in einen sogenannten *Algorithmus* umgewandelt), um sie dann in die *VBA-Sprache* zu übersetzen, damit *Excel* sie bearbeiten kann. Dabei war uns Einfachheit und Übersichtlichkeit der Programme so wichtig, dass wir oft auf elegantere Lösungen verzichtet und selten Fehlerabfang-Codes eingefügt haben.

Bei der breiten Zielgruppe des Buches war es notwendig, echte Probleme aus sehr vielen Bereichen detailliert darzustellen und zu lösen. Ein Blick in das Inhaltsverzeichnis wird genügen, um sich ein Bild vom Umfang der bearbeiteten Themenbereiche zu machen.

Wichtig schien uns, die Fähigkeiten von *Excel* und *VBA* verständlich und anhand von genauen Anweisungen und überzeugenden Darstellungen der Ergebnisse zu erklären. Vor allem in den ersten Kapiteln erklären und wiederholen wir mehrfach die nötigen Handgriffe. Das erste Kapitel führt Sie auf einen "Spaziergang durch Excel". Hierbei lernen Sie schon das Zeichnen von Graphen, was in fast allen folgenden Beispielen benötigt wird.

Das zur erfolgreichen Durcharbeitung der Beispiele nötige Hintergrundwissen wird sorgfältig entwickelt. Die jeweils nötigen *Excel*- bzw. *VBA*-Kenntnisse, aber auch der Umgang mit Daten in Tabellenform, werden gewissermaßen "auf dem Weg" vermittelt. Die Beispiele wurden so ausgewählt und gestaltet, dass der Leser bzw. die Leserin schrittweise zu sicheren Excel-Kenntnissen geführt werden.

Wir hatten außerdem die Absicht zu zeigen, dass *Excel* zusammen mit *VBA* bei Problemen angewendet werden kann, die man gar nicht mit *Excel* in Zusammenhang bringen würde, z. B. Berechnungen in der Astronomie, der Quantenmechanik oder der Biologie.

Wir zeigen Ihnen, wie man die Bahn einer Rakete berechnen und grafisch darstellen kann, die vom Mond in Richtung Erde abgeschossen wird. In der Quantenmechanik berechnen wir u. a. die Wellenfunktionen eines Wasserstoffatoms und fertigen aussagekräftige Diagramme an. Wir beschäftigen uns mit Wachstum und Untergang von Populationen aus Lebewesen und aus radioaktiven Atomen (logistisches Wachstum, radioaktiver Zerfall, Räuber-Beute Modell).

Stark ist *Excel* in Bereichen der statistischen Datenanalyse. Dieses Thema ist von so großer praktischer Bedeutung, dass wir ihm zwei Kapitel widmen mussten. Ebenfalls zeigen wir den Einsatz des *Solvers*, eines Werkzeuges für Optimierungsaufgaben, das die Entscheidungsfindung bei Problemen mit vielen Alternativen unterstützt. Wir behandeln typische Probleme aus der Wirtschaft, z. B. das Minimieren von Kosten bei der Herstellung von Mixturen oder das Maximieren des Gewinnes bei Investitionsentscheidungen.

Zur Demonstration der grafischen Fähigkeiten von Excel haben wir eine große Anzahl von 2D und 3D-Grafiken eingefügt. Schon das erste Beispiel ist ein Zeichenprogramm, mit dem sich ein Pfeil von fast beliebiger Größe zeichnen und drehen lässt. *Excel* selbst liefert eine riesige Auswahl von Pfeilen der verschiedensten Formen, aber wir wollten gleich zu Beginn zeigen, wie man selbst ein einfaches Objekt mit Hilfe von *Excel* zeichnen kann. Wir zeigen auch wie man noch weit kompliziertere Bilder erzeugt, wie zum Beispiel *Lissajous*-Figuren und die Teilchenbahnen in einem Zyklotron.

Bei der Besprechung der *UserForms* modellieren wir verschiedene "Taschenrechner", z. B. für Flächenberechnungen oder Arithmetik von komplexen Zahlen. Diese lassen sich für ganz persönliche Anforderungen gestalten, z. B. für Schaltungsberechnungen in der Elektronik. Mit der Erwähnung des Taschenrechners werden auch wir an unsere "Ursprünge" erinnert, als wir mit einem kleinen programmierbaren Taschenrechner (HP-25) mit nur 49 Programmschritten 1978 die Schrödingergleichung, mit der gleichen Methode lösen konnten, die wir auch hier anwenden. Die Freude war so groß, dass wir dies in einer Veröffentlichung den Fachkollegen mitteilen zu müssen glaubten.

Alle im Buch gezeigten Arbeitsmappen und *VBA*-Programme werden online zur Verfügung gestellt.

An dieser Stelle möchten wir uns ganz herzlich bei Frau Dr. Sabine Kathke vom Springer Vieweg-Verlag für ihr Interesse und die vielen Tipps und Ratschläge bei der Herstellung des Manuskripts bedanken.

Viel Vergnügen beim Lesen!

Schweigen-Rechtenbach, im März 2015

Dr. Franz Josef Mehr
Dr. María Teresa Mehr

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung . . . 1
1.1 Ein Spaziergang durch Excel . . . 1
1.2 Drehung eines Pfeils . . . 3
1.3 Funktionsgraphen . . . 5
1.4 Verformung und Bewegung eines Dreiecks . . . 6
1.5 "Verwaltung" einer Klasse . . . 11
1.6 Wie behält man den Überblick in der Ausgabenflut einer Familie? . . . 14

2 Arbeiten mit Makros und VBA-Prozeduren . . . 17
2.1 Kopieren (relativ und absolut) . . . 17
2.2 Makrorekorder . . . 21
2.3 Weitere Beispiele für VBA . . . 24
2.4 "Debuggen" eines Codes . . . 27
2.5 Arbeiten mit Dialogfeldern, bedingten Anweisungen und Verzweigungen 27
2.6 DIM-Anweisung . . . 32

3 Erstellung eigener Funktionen und Formulare . . . 35
3.1 Benutzerdefinierte Funktionen . . . 35
3.2 Rekursion und Iteration . . . 40
3.2.1 Fakultät . . . 40
3.2.2 ***Fibonacci***-Folge . . . 43
3.3 Modellierung von "Taschenrechnern" . . . 44
3.3.1 UserForms (Benutzerformulare) . . . 44
3.3.2 Hinzufügung eines Formular-Buttons . . . 47

4 Graphen . . . 51
4.1 Biorhythmen . . . 51
4.2 Überlagerung von Graphen (Interferenz) . . . 54
4.2.1 Summe zweier Funktionen . . . 54
4.2.2 Interferenz harmonischer Schwingungen . . . 55
4.2.3 *Helmholtz*-Spule . . . 57

4.3 Beugung von transversalen Wellen an einem Spalt ... 58
4.4 Beugung an einem Gitter mit N Spalten ... 60
4.5 Logarithmische Skalen ... 62

5 Logische Funktionen ... 65
5.1 Einführung ... 65
5.2 Osterdatum ... 69
5.3 Ein Monatskalender (Beispiel für eine Matrix) ... 72
5.4 Julianischer Tag (JD) und Gregorianischer Kalender ... 74
5.5 Schaltjahr ... 77

6 Teilbarkeit, Lösung von Gleichungen ... 79
6.1 Teilbarkeit (ggT und kgV) ... 79
6.2 Quadratische Gleichungen ... 85
6.3 Kubische Gleichungen ... 92

7 Komplexe Zahlen ... 97
7.1 Rechnen mit komplexen Zahlen ... 97
7.2 Funktionen komplexer Zahlen ... 101
7.3 "Taschenrechner" für komplexe Zahlen ... 102

8 Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungen ... 107
8.1 Einsatz von Zielwertsuche (*Goal Seek*) ... 107
8.2 *Newton-Raphson*-Methode ... 111
8.3 Verfahren von *Bolzano* ... 115
8.4 Methode der falschen Position (*regula falsi*) ... 118
8.5 ***Gauss-Seidel***-Methode ... 122
8.6 Temperaturverteilung in einer Metallplatte ... 124
8.7 Berechnung der Ableitung einer Funktion ... 127

9 Potenzreihen ... 129
9.1 Wichtige Potenzreihen ... 129
9.2 *Eulersche* Zahl e und *Horner* Verfahren ... 135
9.3 Die Zahl Pi ... 138
9.4 Pi-Algorithmus der Brüder Borwein ... 145
9.5 Excel-POTENZREIHE ... 146

10 Matrizen und ihre Anwendungen ... 149
10.1 Matrixoperationen ... 149
10.2 Massenschwerpunkt ... 156
10.3 Lineare Gleichungssysteme mit Matrizen ... 160
10.4 Vektorprodukt im R^3 ... 163
10.5 Gauss-Algorithmus ... 166

11 Integration, Fourier-Reihen, Interpolation 169
11.1 Näherungsmethoden für bestimmte Integrale 169
11.1.1 Trapezregel 169
11.1.2 Simpsonsche Regel 171
11.1.3 *Fourier-Reihen* 173
11.1.4 Vergleich verschiedener Integrationsmethoden 177
11.1.5 Herleitung der *Simpsonschen*-Regel 180
11.1.6 Wahrscheinlichkeitsintegral 181
11.2 Interpolation nach Newton 183
11.3 Interpolation nach *Lagrange* 189

12 Parametrische Kurven und Oberflächen 195
12.1 *Lissajous*-Figuren 195
12.2 Spiralen in Natur und Technik 197
12.3 Zykloiden 200
12.4 3D-Darstellungen von Parameterkurven 202
12.4.1 Drehung eines Würfels 202
12.4.2 Zeichnung einer Lotusblüte 205
12.5 Geladene Teilchen in einem elektromagnetischen Feld 207
12.6 3D-Oberfächen mit Excel 210
12.6.1 Temperaturverteilung in einer Metallplatte 212

13 Statistische Datenanalyse 215
13.1 Kennwerte einer Stichprobe 215
13.1.1 Analyse der Daten einer Befragung 216
13.2 Die Normalverteilung 219
13.2.1 Analyse von Daten aus der industriellen Fertigung (1) 220
13.2.2 Graphische Darstellung der Normalverteilung 222
13.2.3 Umkehrung von $\Phi(z)$ 224
13.3 t-Verteilung 226
13.4 Schluss von Kennwerten auf Parameter 227
13.4.1 Konfidenzintervalle 228
13.4.2 Analyse von Daten aus der industriellen Fertigung (2) 228
13.4.3 Analyse von Laboruntersuchungen (1) 230
13.4.4 Testen von Hypothesen 231
13.4.5 Test auf Gleichheit zweier Erwartungswerte 235
13.4.6 Analyse von Laboruntersuchungen (2) 236
13.4.7 Sauerstoffverbrauch von Forellen 238
13.4.8 CHI-Quadrat-Test 239
13.4.9 Graphischer Test auf Normalität 241
13.5 Numerische Näherung für die t-Verteilung 242

14 Regression . . . 245
14.1 Simple lineare Regression . . . 245
14.1.1 Zusammenhang zwischen Dichte und Temperatur . . . 245
14.1.2 Ideales Gas . . . 251
14.1.3 Schallgeschwindigkeit . . . 255
14.2 Polynomische Regression . . . 256
14.2.1 Gefrierpunkt einer Flüssigkeit . . . 257
14.2.2 Direkt mit den Normalgleichungen arbeiten . . . 258
14.2.3 Spezifische Wärmekapazität . . . 260
14.3 Logarithmische Regression . . . 264
14.3.1 Fotostrom . . . 264
14.4 Signifikanz der Parameter bei einer Regression . . . 264
14.4.1 Wirkung von Werbung . . . 265

15 Lineare und nichtlineare Differenzialgleichungen erster Ordnung . . . 269
15.1 Numerische Lösung von Differentialgleichungen . . . 269
15.2 *Euler*-Methode für $y' = f(x, y)$ . . . 270
15.2.1 Modell des logistischen Wachstums . . . 275
15.3 Verbesserte *Euler*-Verfahren (Methode von *Heun*) . . . 277
15.4 *Runge-Kutta*-Verfahren . . . 282
15.4.1 Algorithmus von *Runge-Kutta* vierter Ordnung für $y' = f(t, y)$. 283
15.4.2 Radioaktiver Zerfall . . . 285
15.4.3 Gleichungen von *Lotka* und *Volterra* . . . 290

16 Lineare und nichtlineare Differenzialgleichungen zweiter Ordnung . . . 293
16.1 Rückführung einer Differentialgleichung zweiter Ordnung auf zwei Gleichungen erster Ordnung . . . 293
16.1.1 Pendelbewegung mit beliebiger Amplitude . . . 293
16.1.2 *Van der Pol*-Gleichung . . . 296
16.1.3 Erzwungene Sinusschwingungen . . . 299
16.2 *Runge-Kutta*-Verfahren für Differentialgleichungen zweiter Ordnung ohne Zerlegung . . . 306
16.3 *Runge-Kutta*-Verfahren für Systeme zweier Differentialgleichungen zweiter Ordnung . . . 308
16.3.1 Bahn des Planeten Merkur . . . 310
16.3.2 Streuung von Alphateilchen . . . 314
16.3.3 Bewegung in einem r^{-1}-Feld . . . 316
16.3.4 Wasserstoffatom . . . 319

17 Arbeiten mit dem Solver . . . 323
17.1 Nullstellen einer Funktion . . . 323
17.2 Optimierung . . . 325
17.2.1 Herstellung von Mixturen . . . 325
17.2.2 Investitionsentscheidung bei Projekten . . . 329

17.3 Lösung von linearen und nichtlinearen Gleichungssystemen 334
17.3.1 Lineare Gleichungssysteme 334
17.3.2 Nichtlineare Gleichungssysteme 336

18 Ausgewählte Beispiele 341
18.1 Modell für fallende Regentropfen 341
18.2 Pendel mit beliebiger Amplitude 344
18.3 Bahn einer Rakete vom Mond zur Erde 347
18.4 Gekoppelte Oszillatoren 350
18.5 Geschwindigkeit einer Kugel im Lauf eines Gewehrs 354
18.6 Das harte Leben der Bakterien 357
18.7 Irrweg eines Moleküls 360
18.8 *Compton*-Effekt 361
18.9 RLC-Schaltung mit AC-Quelle 363
18.10 Verteilung der von ^{210}Po emittierten Alphateilchen 367

Literatur 369

Sachverzeichnis 371

Einführung

1

Zusammenfassung

Zu Beginn des Buches werden erste Schritte in Excel ausgeführt. Dies erfolgt beispielhaft mit der Erstellung verschiedener Grafiken und erster Berechnungen in Tabellenblättern. Die Einführung dient v. a. unerfahrenen Excel-Nutzern.

1.1 Ein Spaziergang durch Excel

Wir beginnen mit der Erzeugung einer Grafik (siehe Abb. 1.1).

Dieses Beispiel verlangt keinerlei Vorkenntnisse über die Erstellung von Grafiken in Excel, denn alle notwendigen Schritte werden ausführlich erklärt.

Eine Arbeitsmappe ist in Excel 2003 eine Ansammlung von maximal 256 Arbeitsblättern. Jedes Blatt – oder Tabelle – hat 256 Spalten und 65.536 Zeilen. In Excel 2007 haben wir 1.048.576 Zeilen und 16.384 Spalten. (*Strg* + *Pos1* holt den Cursor zurück in Zelle A1. Mit *Strg* + *Ende* springt der Cursor zur letzten belegten Zelle der Tabelle.). Bei der Version, **Excel 2013**, mit der wir hier arbeiten, beträgt die Zeilenzahl ebenfalls 1.048.576.

Immer, wenn Sie Excel öffnen, werden Sie eine neue Arbeitsmappe sehen. Jede Zelle eines Arbeitsblatts ist ein Objekt – ebenso wie auch die Arbeitsmappe und ihre Blätter Objekte sind. Manchmal nennen wir die Tabelle, die gerade bearbeitet wird, die *aktive Tabelle* bzw. das *aktive Arbeitsblatt.*

Das *Menüband* einer Mappe enthält eine Reihe von *Registerkarten* (*DATEI, START, EINFÜGEN*, . . .). Oben rechts findet man eine kleine Schaltfläche mit Pfeil, die es erlaubt, das komplizierte Menüband zu vereinfachen oder ganz auszublenden. Wenn Sie die Karte *EINFÜGEN* anklicken, finden Sie das wichtige Menü der *Diagramme* – und darin u. a. den für uns interessanten Typ *Punkt(XY)* , den wir mit einem Linksklick öffnen werden.

Als Beispiel eines Graphen wollen wir einen Pfeil zeichnen.

F. J. Mehr, M. T. Mehr, *Excel und VBA*, DOI 10.1007/978-3-658-08886-6_1

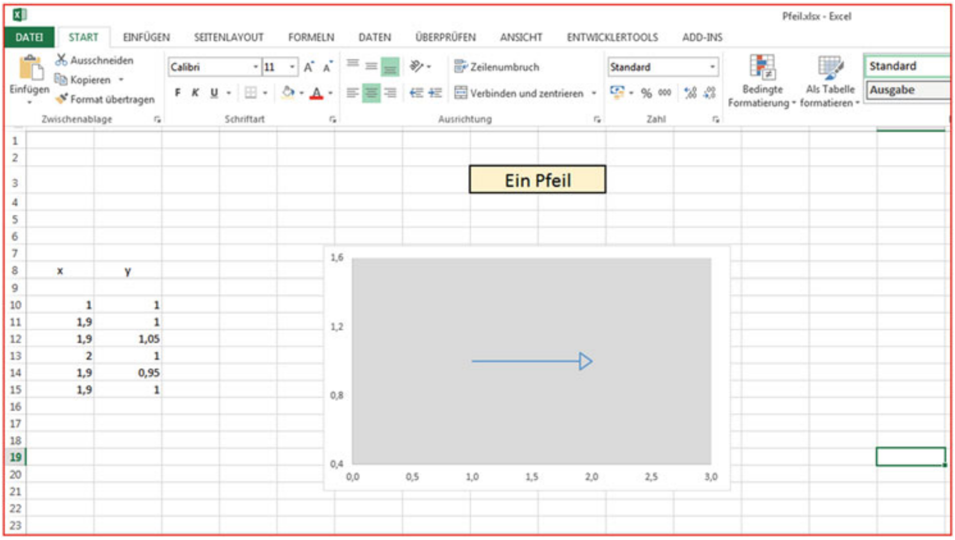


Abb. 1.1 Horizontaler Pfeil [Arbeitsmappe: Pfeil.xlsx; Blatt: Pfeil1]

Wir benötigen dazu nur 6 Punkte, deren Koordinaten wir in die Zellen A10 bis B15 eintragen (vgl. Abb. 1.1).

Alles, was man in eine Zelle schreibt, erscheint auch in der *Bearbeitungsleiste* der Formeln rechts von f_X. Um den Inhalt einer Zelle zu korrigieren, kann man diese *Bearbeitungsleiste* benutzen. Ganz links gibt es ein Namenfeld, in dem die Adresse der aktiven Zelle angezeigt wird, z. B. H3, wenn der Cursor sich gerade in der 3. Zeile der Spalte H befindet.

Die einzelnen Schritte, um unseren Pfeil zu zeichnen, sind nun

1. Trage die Koordinaten in die Zellen von A10 bis B15 ein.
2. Wähle die Zellen A10:B15 aus.
3. Wähle Menüband *EINFÜGEN* und klicke in *Diagramme* das Diagrammbildchen für Punkt(XY)än.
4. Wähle das 5. Diagramm „Punkte mit geraden Linien“. Oben rechts vom Diagramm erscheinen drei kleine Schaltflächen, mit denen wir die Feinarbeit erledigen können.
5. Wähle die Zellen A10:B15 aus.
6. Wähle im Menüband *EINFÜGEN* und klicke in *Diagramme* das Diagrammbildchen für *Punkt(XY)* an.
7. Wähle das 5. Diagramm *Punkte mit geraden Linien*. Oben rechts vom Diagramm erscheinen drei kleine Schaltflächen, mit denen wir die Feinarbeit erledigen können.

Die Überschrift "Ein Pfeil" belegt zwei Zellen. Um ihr zwei Zellen zuordnen zu können, gehen wir in eine Zelle, z. B. H3, und erhalten mit einem Rechtsklick eine Liste mit möglichen Zelloperationen, u. a. *Zellen formatieren*. Dort geht man auf *Ausrichtung* und dann *Zellen verbinden*. Einen Rahmen für die verbundenen Zellen kann man dann mit *Start>Schriftart>Rahmenlinien* finden. *Verbinden und zentrieren* findet man auch vorgegeben in dem Menü *Ausrichtung*.

Rechtsklick auf eine Achse des Diagramms und *Achse formatieren* wählen. Rechts erscheint ein großes Fenster für *Achsenoptionen*.

Um die Größe des Pfeils zu ändern, ist es nötig, die Achsenskalen zu ändern. Das erreichen wir mit der Schaltfläche *Diagrammelemente* (rechts vom Diagramm): *Achsen>weitere Optionen* oder mit Rechtsklick auf eine Achse und *Achse formatieren* wählen. Unter *Achsenoptionen* wählen wir:

Minimum:	0
Maximum:	3
Hauptinervall:	0,5
Hilfsintervall:	0,1

Die Parameter für die y-Achse waren: 0,4; 1,6; 0,4; 0,001; 0,4.

Dem aktuellen Arbeitsblatt geben wir den Namen “Pfeil1”. Dazu die Zunge am unteren Rand rechtsklicken und *umbenennen*. Nun sollten Sie Ihr Werk **speichern**: *DATEI>Speichern unter ...*

Im nächsten Schritt versuchen wir, den Pfeil zu drehen. Dazu brauchen wir ein zweites Arbeitsblatt mit der Bezeichnung “Pfeil2” (+ *Neues Blatt* linksklicken und *umbenennen*). Dorthin kopieren wir den Inhalt des Bereichs A10:B15 aus “Pfeil1”.

1.2 Drehung eines Pfeils

Das folgende Blatt (Abb. 1.2) zeigt den Pfeil des vorigen Beispiels um den Punkt D = (1,1) um $\varphi = 45°$ – im Gegenuhrzeigersinn – gedreht. Außerdem wurde Pfeil1 mit dem Faktor b = 4 vergrößert.

Die Formeln, die eine derartige Drehung beschreiben, findet man in Lehrbüchern der linearen Algebra oder auch in [1].

Der Punkt P hat die Koordinaten (x, y). Nach der Drehung haben wir P’ mit den Koordinaten (x’,y’), die sich mithilfe der folgenden Formeln berechnen lassen:

$$x' = b((x - d_1)\cos\varphi - (y - d_1)sin\varphi)) + d_1$$
$$y' = b((x - d_2)sin\varphi + (y - d_2)\cos\varphi)) + d_2$$

Werden Sie bitte nicht unruhig! Erinnern Sie sich daran, dass wir (noch) keine Mathematik betreiben wollen. Wir wollen – zunächst – nur lernen, wie man eine Formel in eine Excel-Tabelle einträgt. Um die erste Gleichung in Zelle C10 einzutragen, schreiben wir in C10

```
=4*((A10-1)*COS(PI()/4)-(B10-1)*SIN(PI()/4))+1
```

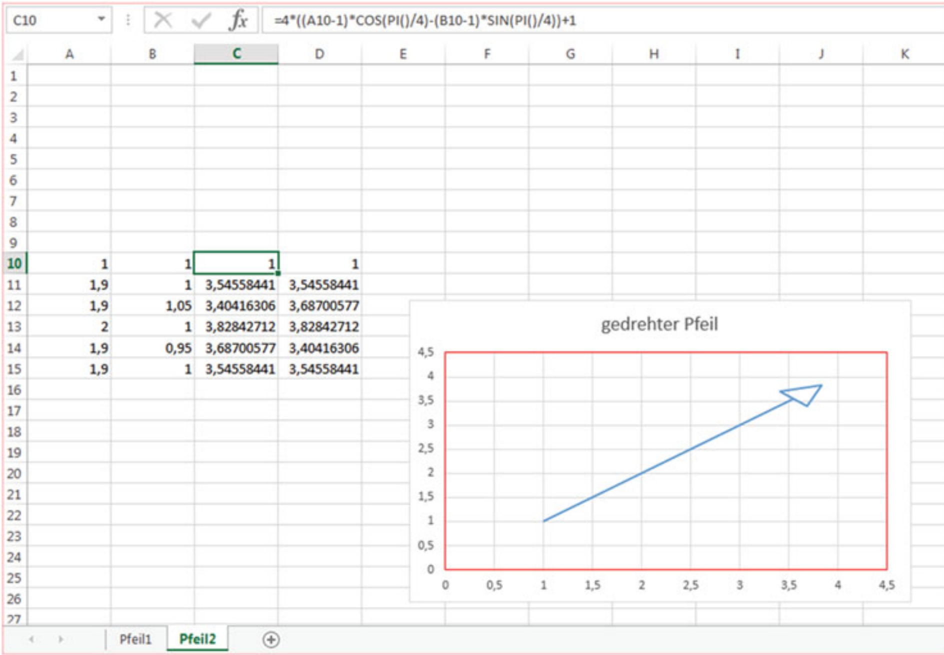


Abb. 1.2 Gedrehter Pfeil [Ein Arbeitsmappe: Pfeil.xlsx; Blatt: Pfeil2]

In der Bearbeitungsleiste können Sie verfolgen, was Sie in die Zelle schreiben und können es bei Bedarf korrigieren.

▶ Manchmal erscheinen in den Zellecken farbige Dreiecke, die Fehler anzeigen – z. B. bedeutet ein grünes Dreieck in der linken oberen Ecke einen Formelfehler. Informieren Sie sich evtl. in der Excel-Hilfe (**?**-Zeichen oben rechts) unter "Formelfehler" über weitere Einzelheiten.

Die zweite Formel tragen wir in D10 ein:

=4*((A10-1)*SIN(PI()/4)+(B10-1)*COS(PI()/4))+1

Nun **kopieren** wir den Inhalt von C10 nach C11, C12, C13, C14, C15. Dazu zeigen wir mit dem Cursor auf das kleine Quadrat in der rechten unteren Ecke, das sich in + verwandelt, und ziehen es samt Zellinhalt nach unten bis C15.

Ebenso verfahren wir mit der Formel in D10: Wir fassen die Zelle D10 mit dem Cursor an dem kleinen Quadrat an und ziehen sie nach unten bis D15.

Wenn man eine Formel von einer Zelle in eine andere kopiert, ändern sich alle Zellbezüge automatisch. So hat z. B. die Formel in D10 nach dem Kopiervorgang in D15 das folgende Aussehen:

=4*((A15-1)*SIN(PI()/4)+(B15-1)*COS(PI()/4))+1

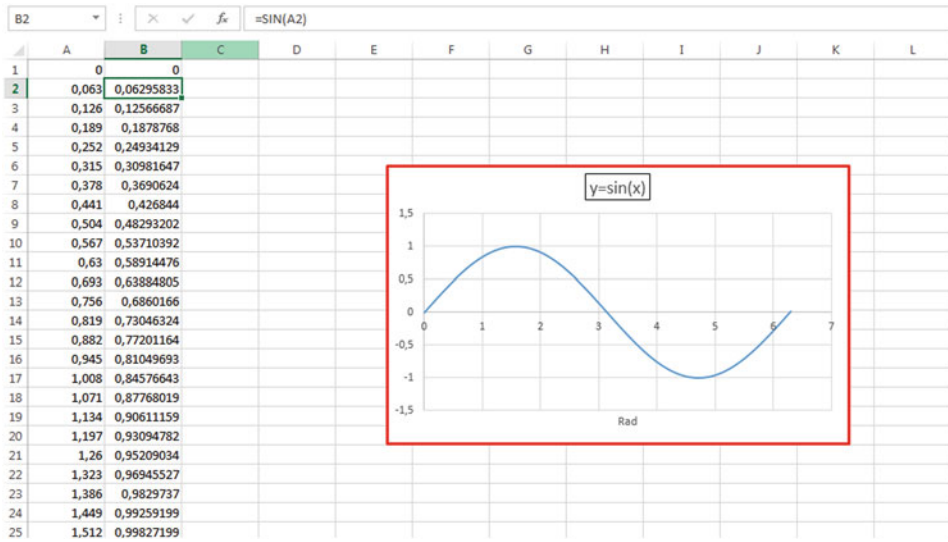


Abb. 1.3 Sinuskurve [Arbeitsmappe: Sinus.xlsx]

Wir markieren den Bereich C10:D15 und verfahren wie bei Pfeil1:
EINFÜGEN>Diagramme>Punkt(x,y)>Punkte mit geraden Linien
Der gedrehte Pfeil erscheint, und wir gehen, wie weiter oben schon beschrieben, an die Feinarbeit: eine Achse rechts anklicken>*Achse formatieren.*

$$\text{x-Achse: Min.} = 0, \text{Max.} = 6\ldots; \text{ y-Achse: Min.} = 0, \text{Max.} = 5\ldots$$

▶ **Hinweis:** Wir haben nur die beiden Funktionen Sinus und Kosinus verwendet, aber Excel verfügt über mehr als 700 vordefinierte Funktionen, die in Kategorien eingeteilt sind. Sie können diese Funktionen einsehen, wenn Sie mit einem Linksklick auf f_x klicken.

Wir verlassen unsere Pfeile nun und schauen uns einige andere Grafiken an.

1.3 Funktionsgraphen

Um den Graph in Abb. 1.3 zu zeichnen, führen wir die nachfolgenden Schritte aus:

1. Gebe 0 in A1 ein und `=A1+0,063` in A2; kopiere A2 bis A101. (Das Inkrement 0,063 könnten wir in E5 speichern. Dann müsste die Formel in A2 so aussehen: `=A1+$E$5`).
2. Trage `=SIN(A1)` bei B1 ein, kopiere anschließend bis B101.
3. Wähle A1:B101 (mit *Shift*).

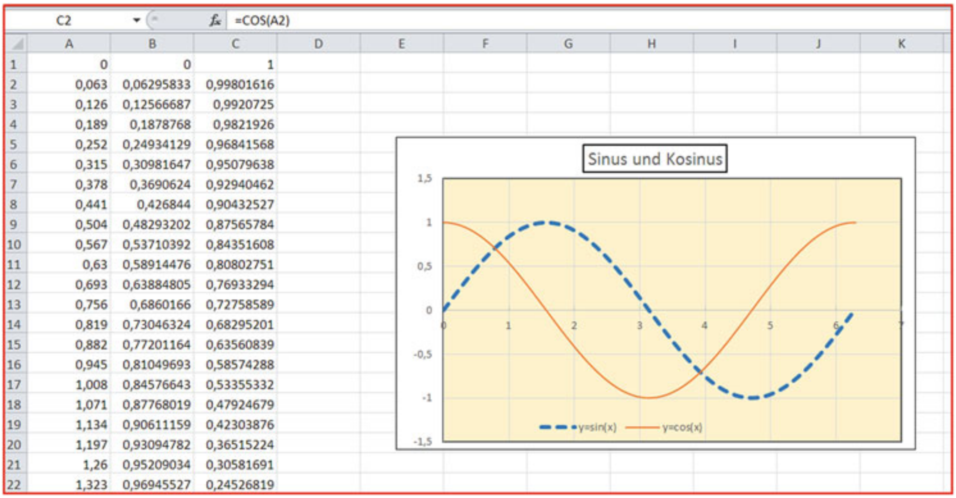


Abb. 1.4 Sinus und Cosinus [Arbeitsmappe: Sinus_Cosinus.xlsx]

4. *EINFÜGEN>Diagramme>Punkt(x, y)>Punkte mit interpolierten Linien* (3.Diagramm).
5. Feinarbeit mit der Schaltfläche *Diagrammelemente* (rechts vom Diagramm).

Um Sinus und Kosinus im selben Diagramm zu zeigen (siehe Abb. 1.4), tragen wir die Werte von y `=COS(x)` in die C-Spalte ein. (In C1 `=COS(A1)` und bis C101 kopieren.)

Es ist einfach, ein Diagramm zu ändern. Man klickt mit der rechten Maustaste auf die Zeichenfläche oder auf die Graphen und wählt aus der Liste der Optionen die gewünschte Option aus. So lassen sich mit *Zeichnungsfläche formatieren* beliebige Hintergrundfarben und Rahmen festlegen. Auch lassen sich zusätzliche Beschriftungen mit fast beliebigen Rahmen und Pfeilen einfügen. Man sucht dazu in *EINFÜGEN>Illustrationen>Formen* eine passende “Form” aus (siehe Abb. 1.5).

In Kap. 4 werden wir ausführlich auf die Gestaltung von Graphen zurückkommen.

1.4 Verformung und Bewegung eines Dreiecks

Die Figur in Abb. 1.6 zeigt die Dreiecke ABC, A’B’C’ und A"B"C". A’B’C’ liegt oberhalb von ABC. A’B’C’ wurde im Gegenuhrzeigersinn um 90°um den Punkt B’ = B" gedreht. A’B’C’ ist das Ergebnis einer Verschiebung mit (– 20;50) und einer Vergrößerung um a = 2 und b = 1,50 in Bezug auf den Punkt A = (28;– 24). Wenn man mit dem Cursor auf einen Punkt des Graphen zeigt, werden die Koordinaten des Punktes angezeigt, z. B. C" = (62;– 23).

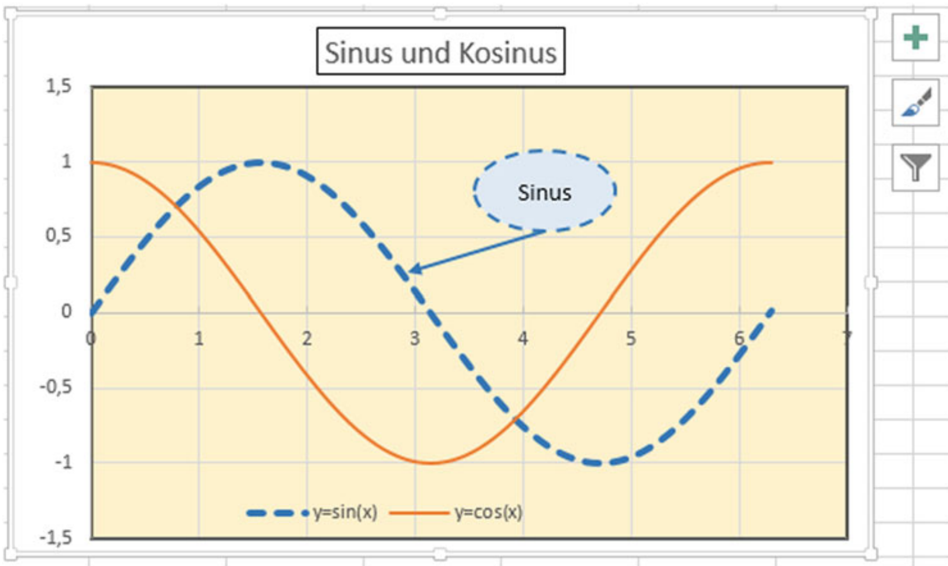


Abb. 1.5 Sinus und Cosinus mit Beschriftung

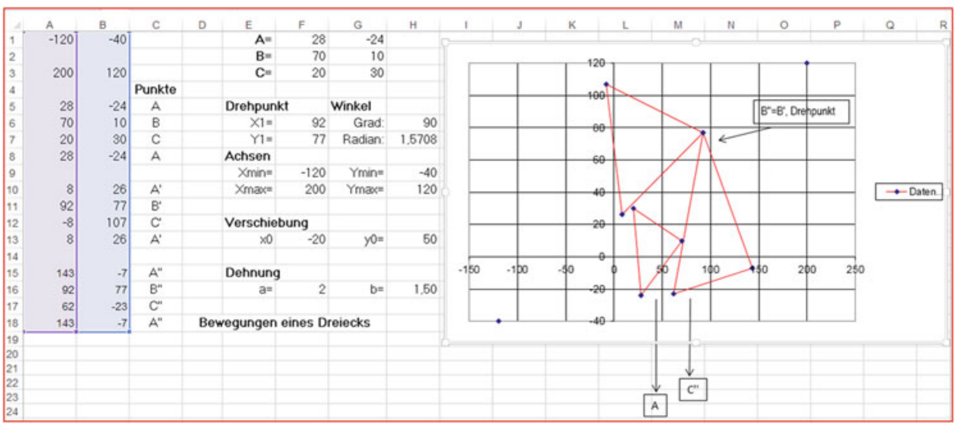


Abb. 1.6 Dreieck in verschiedenen Lagen [Arbeitsmappe: Dreieck.xlsx]

Erklärungen

Wenn $y = f(x)$ die Gleichung einer Kurve ist, so stellt $y' = f(x - x_0) + y_0$ nicht die Ableitung dar, sondern dieselbe Kurve, aber verschoben um x_0 Einheiten parallel zur x-Achse und um y_0 Einheiten parallel zur y-Achse. Es handelt sich um eine Verschiebung oder Translation.

Wir sahen bei dem Pfeilbeispiel bereits die Gleichungen für die Drehung um einen Winkel φ in Bezug auf einen Punkt $X_1 = (x_1;y_1)$. Man kann auch diese Bewegung durch eine einfache Gleichung beschreiben, nämlich durch $\mathbf{x'} = \mathbf{R}(\mathbf{x} - \mathbf{x_1}) + \mathbf{x_1}$, worin **R** eine Matrix ist, die die Drehung im Gegenuhrzeigersinn beschreibt.

$$R = \begin{pmatrix} \cos\varphi & -sin\varphi \\ sin\varphi & \cos\varphi \end{pmatrix}$$

Ausgeschrieben sehen die Drehgleichungen folgendermaßen aus:

$$x' = (x - x_1)\cos\varphi - (y - y_1)sin\varphi + x_1$$
$$y' = (x - x_1)sin\varphi + (y - y_1)\cos\varphi + y_1$$

Wenn eine Kurve gestreckt ($|a| > 1$) oder gestaucht ($|a| < 1$) wird mit den Faktoren a und b, so sind die neuen Koordinaten gegeben durch

$$x' = a(x - x_1) + x_1$$
$$y' = b(y - y_1) + y_1$$

Wir können diese Veränderungen in einem einzigen Graphen darstellen.

Einträge im Arbeitsblatt
A1: **=F9** ; B1: **=H9** A1:A3 Achsengrenzen
A2: leer
A3: **=F10** ; B3: **=H10**
A4: leer
A5: **=F1** ; B5: **=G1** Punkt A
A6: **=F2** ; B6: **=G2** Punkt B
A7: **=F3** ; B7: **=G3** Punkt C
A8: **=A5** ; B8: **=B5** nochmals Punkt A
A9: leer
A10: **=A5+F13** Verschiebung und Dehnung
B10: **=B5+H13**
A11: **=F16*(F2-F1)+A10**

B11: **=H16*(G2-G1)+B10**
A12:: **=F16*(F3-f1)+A10**

B12: **=H16*(G3-G1)+B10**
A13: **=A10** ; B13: **=B10**

A14: leer
A15: **=(A10-F$6)*COS(H$7)-(B10-F$7)*SIN(H$7)+F$6** Drehung
B15: **=(A10-F$6)*SIN(H$7)+(B10-F$7)*COS(H$7)+F$7**

Die beiden letzten Formeln müssen bis Zeile 18 kopiert werden.

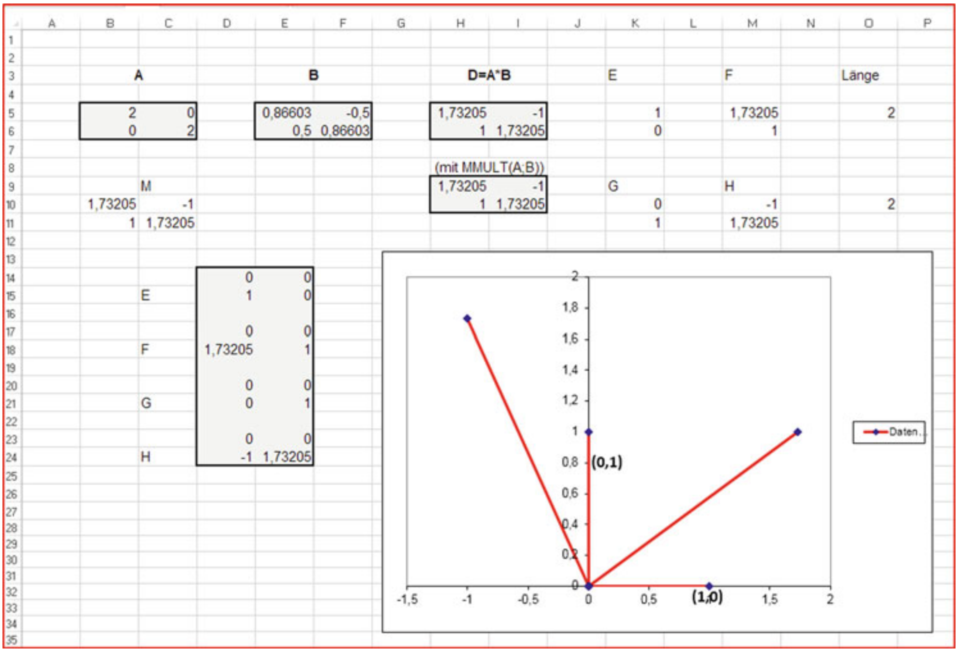


Abb. 1.7 Einheitsvektoren: Drehung und Dehnung [Arbeitsmappe: Einheitsvektoren.xlsx]

Rechenbeispiel
Der Punkt A" ist das Bild des Punktes A' nach der Drehung um 1,5708 Rad (=90°) um den Punkt B" im Gegenuhrzeigersinn. Von Hand gerechnet ergibt sich

$$\text{A15:} = (8 - 92)\cos(1{,}5708..) - (26 - 77)\sin(1{,}5708..) + 92 = 143$$

Um die Grafik zu erstellen, Zellen A1:B18 markieren und *EINFÜGEN>Diagramme>Punkt (x, y)>Punkte mit geraden Linien und Datenpunkten.*

Die Figur in Abb. 1.7 ist informativ, denn wir sehen, wie die beiden Einheitsvektoren (1,0) und (0,1) um 30° (`=PI()/6` rad) im Gegenuhrzeigersinn gedreht und gleichzeitig mit dem Faktor 2 gedehnt wurden. Alle Rechnungen sehen wir in der Tabelle.

Erklärungen
Die Transformation mit der Matrix

$$D = \begin{pmatrix} \sqrt{3} & -1 \\ 1 & \sqrt{3} \end{pmatrix}$$

ist eine Drehung um 30° zusammen mit einer Dehnung um den Faktor 2. Das kann man leicht sehen, denn man kann D als Produkt schreiben, D = A * B, da

$$D = \begin{pmatrix} \sqrt{3} & -1 \\ 1 & \sqrt{3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} \cos 30° & -\sin 30° \\ \sin 30° & \cos 30° \end{pmatrix}$$

Das bedeutet:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sqrt{3}x - y \\ x + \sqrt{3}y \end{pmatrix}$$

In Excel kann man das Produkt zweier Matrizen **A** und **B** mit der Anweisung `{=MMULT(A;B)}` berechnen. Die beiden Klammern { } bedeuten, dass man eine Matrix mit *Ctrl+Shift+Enter* (d. h. *Strg+Umschalttaste+Eingabe*) berechnet, anstatt nur mit *Enter*. Die Klammern { } setzt Excel automatisch. Eine ausführliche Beschreibung aller Excel-Matrixfunktionen findet man in [2].

In der Abb. 1.7 steht A in B5:C6 und B in E5:F6 mit E5: = `COS(PI()/6)`,

E6: = `SIN(PI()/6)`, `F5: =-SIN(PI()/6)`, `F6: =COS(PI()/6)`.

Die Produktmatrix D soll in H5:I6 erscheinen, daher markieren wir diese Zellen bevor das Produkt berechnet wird. Zur Berechnung von D tippen wir in die Bearbeitungsleiste die folgende Arrayformel `=MMULT(B5:C6;E5:F6)`.. Zum Abschluss drücken wir auf die Tasten *Strg* + *Umschalttaste* + *Eingabe*. Das Produkt A*B erscheint in den markierten Zellen H5:I6. Man kann die Rechnung auch in der Form `=MMULT(A;B)` ausführen. Vorher müssen wir dann A und B definieren. Excel hat dafür einen *Namens-Manager*, den man unter *Formeln>Definierte Namen* findet. Man kann auch den Bereich B5:C6 markieren und durch Klicken mit der rechten Maustaste *Namen definieren...* wählen. Die Abb. 1.8 zeigt die Definition von A. Entsprechend geht man bei B vor.

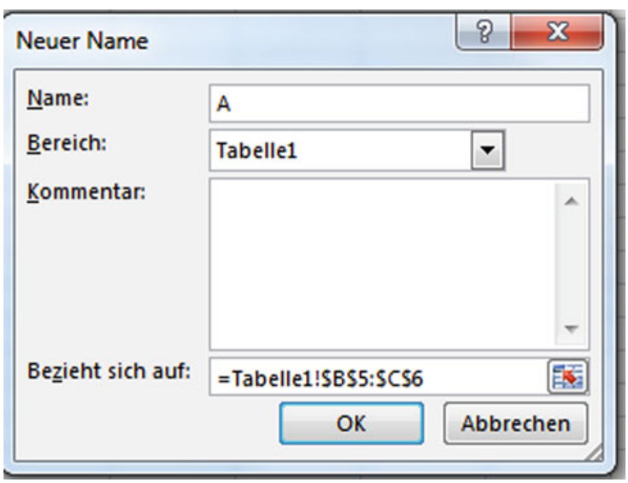


Abb. 1.8 Namens-Manager

N5 =SVERWEIS(M5;B$19:D$24;3)

Mathematik Klasse _ 10

1. Halbjahr
2013

A= 0,6667 B= 0,3333

	Name	Vorname	KA 1	KA 2	KA 3	Test1	Test2	Test3	Test4	Ø KA	Ø Tests	Noten	Zeugnis
1	Albrecht	Susanne	3	4	4	3	2	2		3,7	2,3	3	befriedigend
2	Klein	Peter	1	2	1	2	2	1	1	1,3	1,5	1	sehr gut
3	Rückert	Agnes	4	5	4	3	5	6	5	4,3	4,8	4	ausreichend
4	Zimmer	Rudolf	3	4	1	3	2	1		2,7	2,0	2	gut
5										1,4	2,1	2	gut
6										2,3	1,8	2	gut
7										4,6	3,8	4	ausreichend
8										4,4	4,3	4	ausreichend
9										3,4	3,1	3	befriedigend
10										5,2	3,6	5	mangelhaft
11										2,3	1,8	2	gut
12										1,4	1,2	1	sehr gut

Noten	Häufigkeit	
1	2	sehr gut
2	4	gut
3	2	befriedigend
4	3	ausreichend
5	1	mangelhaft
6	0	ungenügend

Mittel	2,8

Abb. 1.9 Notenübersicht [Arbeitsmappe: Klassenverwaltung.xlsx; Blatt: Noten]

1.5 "Verwaltung" einer Klasse

Im folgenden Beispiel lernen wir, wie ein Lehrer Überblick über die Leistungen seiner Schüler behält. Der Aufbau der Tabelle in Abb. 1.9 erklärt sich sicher selbst. Die Frage ist nur, wie macht man das?

Die Tabelle zeigt die Noten von 4 aus 12 Schülern. A ist das "Gewicht"der Klassenarbeiten, B das der Tests. In der Bearbeitungsleiste steht die Excel-Formel zur Berechnung des Mittelwertes (auf 1 Stelle gerundet) der Noten in M5 bis M16.

Die Zeugnisnote in M5 wird berechnet mit `=RUNDEN(D$3*K5+H$3*L5;0)`. Wir kopieren diese Formel in die anderen Zellen bis M16.

Das arithmetische Mittel in K5 berechnen wir mit `=MITTELWERT(C5:E5)` und das Mittel der Tests in L5 mit `=MITTELWERT(F5:J5)`.

In S5 haben wir das auf eine Stelle gerundete Mittel aller Noten:

`=RUNDEN(MITTELWERT(M5:M16);1)`

Nun schreiben wir die möglichen Noten in Textform in die Zellen D19 bis D24. Die zugehörigen Zahlen stehen in B19:B24.

In die Zelle N5 tragen wir die Suchformel `=SVERWEIS(M5;B$19:D$24;3)` ein und kopieren sie bis N16. Diese Formel sucht (senkrecht) den Wert in M5 (also 3) in

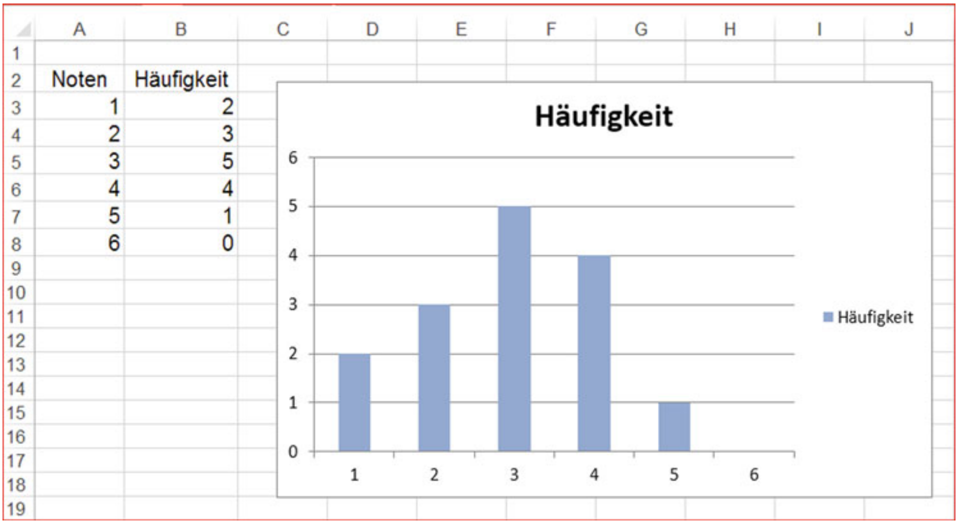


Abb. 1.10 Balkendiagramm [Arbeitsmappe: Klassenverwaltung.xlsx; Blatt: Häufigkeit]

der ersten Spalte der Tabelle (Matrix) B$19:D$24 und holt den dazugehörigen Eintrag in derselben Zeile in der 3. Spalte der Matrix B$19:D$24. Dieser Eintrag ist in unserem Fall ein Text, nämlich "befriedigend".

▶ Das "S" in `SVERWEIS` bedeutet senkrecht. Es gibt auch eine Funktion für waagerechtes Suchen, sie heißt `WVERWEIS`. Sie finden die Definitionen dieser – und anderer – Formeln unter *Formeln>Funktionsbibliothek>Nachschlagen und Verweisen.*

Schließlich benutzen wir die Funktion `=HÄUFIGKEIT(M5:M16;B19:B24)` in allen Zellen von C19:C24, um die Häufigkeit zu bestimmen, mit der die Noten in B19:B24 in der Spalte (Matrix) M5:M16 auftreten. Die Funktion `=HÄUFIGKEIT(M5:M16;B19:B24)` wird angewendet wie alle Matrizenfunktionen:

Zunächst wird der Zielbereich C19:C24 markiert, und dann drückt man gleichzeitig die Tasten *Strg* + *Shift* (Pfeil nach oben oder Umschalttaste) + *Enter* (Eingabetaste). Excel schreibt die geschweiften Klammern selbst.

Jetzt fehlt nur noch eine **grafische Auswertung** der Notentabelle (siehe Abb. 1.10). Wir kopieren zunächst die Tabelle O4 bis P10 mit *Strg* + *C* in ein neues Arbeitsblatt, das wir "Häufigkeit" nennen.

Dort klicken wir mit der rechten Maustaste in eine beliebige Zelle und wählen *Einfügeoptionen>Werte.*

Mit *EINFÜGEN>Empfohlene Diagramme* erhalten Sie bereits ein brauchbares Balkendiagramm (*Säulendiagramm*). Sagen Sie *OK*, und klicken Sie anschließend mit der rechten Maustaste ins Diagramm, um eventuell noch Feinarbeit zu erledigen.

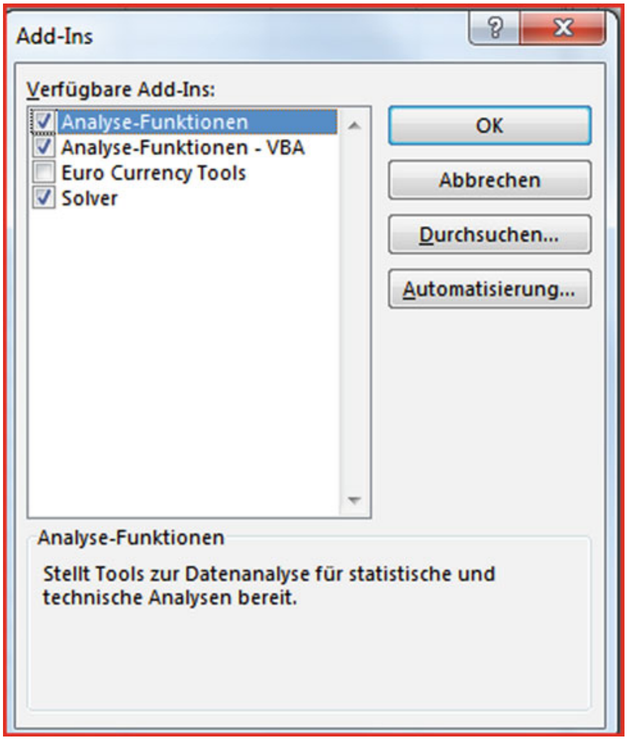
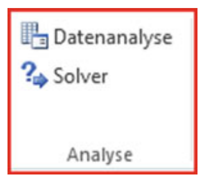


Abb. 1.11 Add-Ins-Menü

Abb. 1.12 Analysewerkzeuge



Man könnte auch *DATEN>Datenanalyse>Histogramm* benutzen, wenn man das Add-In *Analyse-Funktionen* vorher geladen hat. Man findet es unter *DATEI>Optionen>Add-Ins*. Klicken Sie in diesem Fenster auf *Gehe zu...*, um das Add-Ins-Menü der Abb. 1.11 zu erhalten:

Wir haben – auch für spätere Anwendungen – drei Add-Ins ausgewählt und geladen. Unter *DATEN* findet man ganz rechts die *Analysewerkzeuge* (siehe Abb. 1.12).

An dieser Stelle werden wir die statistische Analyse nicht weiter betrachten. Im Kap. 13 gehen wir genauer darauf ein.

Wenn Sie einmal schöne Tabellen erstellen wollen, so gehen Sie nach *START* und dann zu *Formatvorlagen >Als Tabelle formatieren*.

	A	B	C	D	K	L	M	N
1	**Ausgaben**		**Jahr:**	**2013**				
2								
3	**Art**	**Januar**	**Februar**	**März**	**Oktober**	**November**	**Dezember**	**Summen**
4	Quoten	0,00 €	86,00 €	0,00 €	0,00 €	86,00 €	0,00 €	344,00 €
5	Bank	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €	450,00 €	5.400,00 €
6	Sparen	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €	150,00 €	1.800,00 €
7	Telefon	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	120,00 €	1.452,00 €
8	Steuern	0,00 €	115,00 €	0,00 €	115,00 €	0,00 €	115,00 €	690,00 €
9	Wasser	0,00 €	0,00 €	85,00 €	0,00 €	0,00 €	85,00 €	340,00 €
10	Licht	234,00 €	0,00 €	234,00 €	0,00 €	234,00 €	0,00 €	1.404,00 €
11	Miete	980,00 €	980,00 €	980,00 €	980,00 €	980,00 €	980,00 €	11.760,00 €
12	Abzahlung	124,00 €	124,00 €	124,00 €	124,00 €	124,00 €	124,00 €	1.488,00 €
13	Geb.St.	0,00 €	0,00 €	245,00 €	0,00 €	0,00 €	245,00 €	980,00 €
14	TV	0,00 €	42,00 €	0,00 €	42,00 €	0,00 €	42,00 €	252,00 €
15	Robert	910,00 €	890,00 €	920,00 €	890,00 €	640,00 €	960,00 €	10.740,00 €
16	Julia	790,00 €	790,00 €	760,00 €	785,00 €	810,00 €	820,00 €	9.345,00 €
17	Versicherung	0,00 €	34,00 €	0,00 €	34,00 €	0,00 €	34,00 €	204,00 €
18	Verschiedenes	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	50,00 €	600,00 €
19	**Summe**	3.808,00 €	3.831,00 €	4.118,00 €	3.740,00 €	3.644,00 €	4.175,00 €	46.799,00 €
20								
21						**Ausgaben monatlich:**		**3.900 €**
22								
23								
24	Robert/Julia	**1.700,00 €**						

Abb. 1.13 Aufstellung der Jahresausgaben [Arbeitsmappe: Ausgaben.xlsx; Blatt: Familie]

Auch, wenn Sie kein Lehrer sind, werden Sie monatliche Ausgaben haben. Im nächsten Beispiel entwickeln wir eine Tabelle, in der wir die Belastungen eines normalen Sterblichen festhalten werden.

1.6 Wie behält man den Überblick in der Ausgabenflut einer Familie?

In der Abb. 1.13 sehen wir die fiktiven Ausgaben einer imaginären Familie mit zwei Kindern, die außer Hause studieren (der Übersicht wegen wurden die Spalten E bis J ausgeblendet. Zum Einblenden die Spalten D bis K markieren, rechtsklicken und *Einblenden* wählen).

Die Ausgaben der Kinder werden in separaten Arbeitsblättern festgehalten. Die drei Blätter sind miteinander verbunden.

Jeder Eintrag in den Sekundärtabellen (Robert/Julia) wird automatisch in die Haupttabelle (Familie) übernommen.

Wenn wir in B3 "Januar" schreiben und bis M3 kopieren, trägt Excel automatisch die Monatsnamen ein.

In der Familientabelle müssen wir in B16 die Formel `=Julia!B$9` eintragen und bis M16 kopieren. Die Ausgaben von **Julia** für Januar stehen in der Zelle B9 des *Julia* – Arbeitsblatts. Beim Kopieren werden die Zellbezüge automatisch geändert. In C16 steht

Abb. 1.14 Ausgaben der Tochter [Arbeitsmappe: Ausgaben.xlsx; Blatt: Julia]

	A	B
1		
2	Ausgaben für Julia	
3		
4		Januar
5	Miete	350
6	Essen	260
7	Bücher	140
8	Verschiedene	40
9	**Summe:**	790

z. B. `=Julia!C$9`, in F16 stehen die Ausgaben für Mai, also `=Julia!F$9` usw. (siehe Abb. 1.14).

Die gleiche Prozedur ist für **Robert** durchzuführen: Wir tragen in B15 die Formel `=Robert!B$9` ein und kopieren sie bis M15. (Die Summe der Januar-Ausgaben von **Robert** steht in seinem Arbeitsblatt in B9.)

Wenn jeder regelmäßig seine Einträge macht, erscheint am Jahresende in N21 mit `=N19/12` die (traurige) Wahrheit. Die Formel `=SUMME(B4:M4)` in N4 muss vorher natürlich bis N19 kopiert werden. Das setzt voraus, dass in B19 steht `=SUMME(B4:B18)` usw. (kopieren bis N19, wo dann steht `=SUMME(N4:N18)`). Das ganze Projekt setzt also eine ungewöhnliche Disziplin voraus . . .

Arbeiten mit Makros und VBA-Prozeduren

2

Zusammenfassung

Erste VBA-Schritte und die entsprechenden Kenntnisse werden anhand von einigen Beispielen, wie *Pascal'sches* Dreieck und Kreisberechnung, erklärt. Praktische Hinweise zum Erstellen von Makros und dem Debuggen von Codes werden gegeben.

2.1 Kopieren (relativ und absolut)

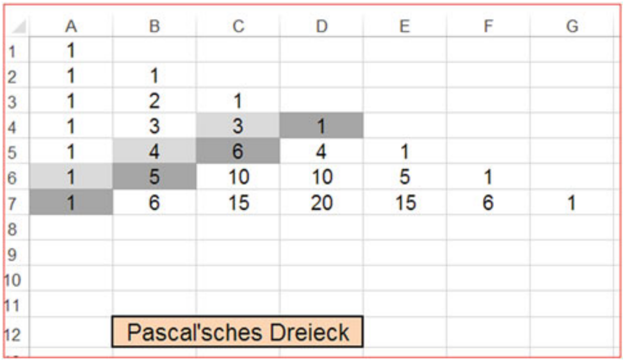
Wir zeigen zuerst erneut, wie wichtig es ist, in Excel Zellen richtig zu **kopieren**. Wir erinnern uns: Wenn man Zellen kopiert, hängt das Ergebnis sehr davon ab, ob wir Texte bzw. Zahlen kopieren oder ob es sich um Formeln bzw. Funktionen handelt. Im ersten Fall reproduzieren wir genau die Zellinhalte. Im zweiten Fall müssen wir vorsichtig sein, denn Excel verändert die Adressen der Zellen, in denen Formeln benutzt werden, d. h. die Zellbezüge werden beim Kopieren verändert, wenn man sie nicht schützt.

Beispiel

Wir nehmen an, in der Zelle A3 steht die Formel `=A1+A2` und wir kopieren sie nach B3. Wir werden feststellen, dass in B3 eine Formel mit veränderten Bezügen stehen wird, nämlich `=B1+B2`. Das liegt daran, dass die Ausgangsformel nur **relative** Bezüge enthält, d. h. solche, die kein $-Zeichen enthalten und sich beim Kopieren dem Ort der neuen Zelle anpassen.

Das Dollarzeichen unterscheidet einen relativen Bezug von einem absoluten. Damit sich der Bezug beim Kopieren nicht ändert, müssen wir $ vor die Zellbezüge setzen. D. h. die Formel in A3 muss lauten: `=$A1+$A2`. Wenn wir das nach A4 kopieren, ergibt sich dort `=$A2+$A3`, also ebenfalls eine Änderung der Bezüge! Grund: Der Schutz mit nur einem $-Zeichen vor den Buchstaben ist nur beim Horizontalkopieren wirksam. Um die Formel wirklich zu schützen, ist es notwendig, jeden Buchstaben zwischen zwei $-Zeichen

F. J. Mehr, M. T. Mehr, *Excel und VBA*, DOI 10.1007/978-3-658-08886-6_2



	A	B	C	D	E	F	G
1	1						
2	1	1					
3	1	2	1				
4	1	3	3	1			
5	1	4	6	4	1		
6	1	5	10	10	5	1	
7	1	6	15	20	15	6	1
8							
9							
10							
11							
12		Pascal'sches Dreieck					

Abb. 2.1 *Pascal'sches* Dreieck – Form 1 [Arbeitsmappe Pascal.xlsm; Blatt: Pascal 1]

zu stellen! Also muss in A3 stehen `=$A$1+$A$2`. Jetzt haben wir **absolute** Bezüge, und jedwedes Kopieren lässt die Bezüge unverändert.

Das *Pascal'sche* Dreieck gibt uns eine gute Gelegenheit, das Kopieren von Formeln zu üben. Die Absicht ist, dieses berühmte Dreieck von ganzen Zahlen später fast automatisch in einem Excel-Blatt aufzubauen. Wir betrachten zwei Dreiecksformen.

Für die erste Dreiecksform (vgl. Abb. 2.1) belegen wir die Zellen A1:A7 und B2 mit einer 1. In B3 schreiben wir die Formel `=A2+B2`, die wir bis B7 kopieren. Danach werden die Zellen B2:B7 nach rechts bis G2:G7 kopiert. Die entstehenden Nullen löschen wir anschließend "von Hand" mit *Entf*. Später werden wir sehen, wie man die Nullen mit einem einfachen Befehl verbirgt.

▶ Um eine Formel von Hand zu kopieren, zeigen wir mit dem Cursor auf das Ausfüllkästchen in der rechten unteren Ecke der Zelle, in der sich die Formel befindet. Der Cursor verwandelt sich in ein + – Zeichen. Mit gedrückter linker Maustaste zieht man das Kästchen bis zur Zielzelle.

Das *Pascal'sche* Dreieck wird von den binomischen Zahlen gebildet:

$$\binom{0}{0} = 1$$

$$\binom{1}{0} = 1; \binom{1}{1} = 1$$

$$\binom{2}{0} = 1; \binom{2}{1} = 2; \binom{2}{2} = 1$$

$$\binom{3}{0} = 1; \binom{3}{1} = 3; \binom{3}{2} = 3; \binom{3}{3} = 1$$

....

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1											1								
2										1		1							
3					0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0		
4					0	0	0	1	0	3	0	3	0	1	0	0	0		
5					0	0	1	0	4	0	6	0	4	0	1	0	0		
6					0	1	0	5	0	10	0	10	0	5	0	1	0		
7					1	0	6	0	15	0	20	0	15	0	6	0	1		
8																			

Abb. 2.2 *Pascal'sches* Dreieck – Form 2 [Arbeitsmappe Pascal.xlsm; Blatt: Pascal 2]

Die Summen der Zahlen in diagonal liegenden Zellen, z. B. der hellgrau-bzw. dunkelgrau gefärbten, sind die *Fibonacci*-Zahlen: $1+4+3=8$; $1+5+6+1=13\ldots$ (Wir werden dieses Thema im Abschn. 3.2.2 ausführlich behandeln).

Die Summe der binomischen Zahlen in einer Zeile ist eine Potenz von 2:

$$2^0,\ 2^1,\ 2^2,\ 2^3\ldots$$

In der Abb. 2.2 sehen wir eine andere Form des Dreiecks, die in China schon 1300 v. Chr. auftauchte. Hier wird eine 1 in K1, J2 und L2 eingetragen. In K3 steht die Summe `=J2+L2`. Kopiere diesen Ausdruck mit dem Ausfüllkästchen nach links (bis E3) und nach rechts (bis Q3). Anschließend kopieren wir den Inhalt von E3:Q3 mit dem Ausfüllkästchen in alle Zellen bis E7:Q7.

Schließlich können wir alle Nullen verbergen. Wähle dazu alle Zellen von E1 bis Q7 (bei gedrückter *Shift*-Taste und Linksklick in Q7) und suche in *START* das Menü *Zellen*. Hier *Format* > *Zellen formatieren* > *Zahlen* > *Benutzerdefiniert*. Unter Typ tragen wir ein: **0;;;** – alle Nullen verschwinden, wenn Sie *OK* drücken (Siehe Abb. 2.3).

Das Ergebnis nach Drücken auf *OK* sehen Sie in Abb. 2.4. Die benutzerdefinierten Zellenformate in Excel gehorchen folgender Syntax:

<Format für positive Zahlen>; <Format für negative Zahlen>; <Format für Null>; <Format für Text>

Beispiele

0;;; → zeige nur eine Ziffer für positive Zahlen, verberge negative Zahlen, Nullen und Texte.

;−0;; → zeige nur eine Ziffer für negative Zahlen, verberge positive Zahlen, Nullen und Texte.

0;−0;; → zeige nur eine Ziffer für positive und negative Zahlen, verberge Nullen und Texte.

;;; → verberge alle Daten.

War doch alles einsichtig, nicht wahr?