
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	<i>Fibonacci</i> -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	<i>Helmholtz</i> -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 (<i>Goal Seek</i>)	107
8.2	<i>Newton-Raphson</i> -Methode	111
8.3	Verfahren von <i>Bolzano</i>	115
8.4	Methode der falschen Position (<i>regula falsi</i>)	118
8.5	<i>Gauss-Seidel</i> -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	<i>Eulersche Zahl e</i> und <i>Horner</i> Verfahren	135
9.3	Die Zahl <i>Pi</i>	138
9.4	<i>Pi</i> -Algorithmus der Brüder <i>Borwein</i>	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 \mathbb{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	<i>Fourier-Reihen</i>	173
11.1.4	Vergleich verschiedener Integrationsmethoden	177
11.1.5	Herleitung der <i>Simpsonschen</i> -Regel	180
11.1.6	Wahrscheinlichkeitsintegral	181
11.2	Interpolation nach Newton	183
11.3	Interpolation nach <i>Lagrange</i>	189
12	Parametrische Kurven und Oberflächen	195
12.1	<i>Lissajous</i> -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-Oberflächen 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	<i>Euler</i> -Methode für $y' = f(x, y)$	270
15.2.1	Modell des logistischen Wachstums	275
15.3	Verbesserte <i>Euler</i> -Verfahren (Methode von <i>Heun</i>)	277
15.4	<i>Runge-Kutta</i> -Verfahren	282
15.4.1	Algorithmus von <i>Runge-Kutta</i> vierter Ordnung für $y' = f(t, y)$	283
15.4.2	Radioaktiver Zerfall	285
15.4.3	Gleichungen von <i>Lotka</i> und <i>Volterra</i>	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	<i>Van der Pol</i> -Gleichung	296
16.1.3	Erzwungene Sinusschwingungen	299
16.2	<i>Runge-Kutta</i> -Verfahren für Differentialgleichungen zweiter Ordnung ohne Zerlegung	306
16.3	<i>Runge-Kutta</i> -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	<i>Compton</i> -Effekt	361
18.9	RLC-Schaltung mit AC-Quelle	363
18.10	Verteilung der von ^{210}Po emittierten Alphateilchen	367
	Literatur	369
	Sachverzeichnis	371