

Inhalt

Materialien zum Buch	14
1 Einführung	15
1.1 Entwicklungsumgebungen	16
1.1.1 IDLE	16
1.1.2 Thonny	17
1.1.3 Spyder	19
1.1.4 Pip	19
1.2 Die Module von Python	20
1.2.1 NumPy	20
1.2.2 Matplotlib	21
1.2.3 SymPy	22
1.2.4 SciPy	23
1.2.5 VPython	23
1.3 Die Schlüsselwörter von Python	25
1.4 Ihr Weg durch dieses Buch	26
2 Programmstrukturen	29
2.1 Lineare Programmstruktur	29
2.1.1 Lineare Programme ohne Funktionsaufrufe	30
2.2 Funktionen	38
2.2.1 Eingebaute Funktionen	39
2.2.2 Funktionen ohne Parameter und ohne Rückgabewert	40
2.2.3 Funktionen mit Parametern und Rückgabe	42
2.2.4 Funktionen mit mehreren Rückgabewerten	44
2.2.5 Funktionen rufen andere Funktionen auf	46
2.3 Verzweigungsstrukturen	47
2.3.1 Einfachauswahl	48
2.3.2 Mehrfachauswahl	49

2.4	Wiederholungsstrukturen	52
2.4.1	Die while-Schleife	52
2.4.2	Die for-Schleife	59
2.5	Datenstrukturen	67
2.5.1	Tupel	67
2.5.2	Listen	70
2.5.3	Dictionaries	76
2.5.4	Sets	79
2.6	Funktionaler Programmstil	81
2.7	Objektorientierter Programmstil	84
2.7.1	Objekte und Klassen	85
2.7.2	Vererbung	89
2.8	Projektaufgabe: Dimensionierung einer Welle	91
2.9	Aufgaben	93

3	Numerische Berechnungen mit NumPy	95
----------	--	----

3.1	NumPy-Funktionen	95
3.1.1	Eindimensionale Arrays mit <code>arange()</code> und <code>linspace()</code> erzeugen	96
3.1.2	Zweidimensionale Arrays mit <code>array()</code> erzeugen	99
3.1.3	Slicing	101
3.1.4	Mathematische NumPy-Funktionen	102
3.1.5	Statistische NumPy-Funktionen	104
3.2	Vektoren	106
3.2.1	Addition von Vektoren	106
3.2.2	Skalarprodukt	109
3.2.3	Kreuzprodukt	110
3.2.4	Spatprodukt	112
3.2.5	Dyadisches Produkt	113
3.3	Matrizenmultiplikation	114
3.4	Lineare Gleichungssysteme	122
3.4.1	Gleichungssysteme mit reellen Koeffizienten	122
3.4.2	Gleichungssysteme mit komplexen Koeffizienten	124
3.5	Projektaufgabe: Blitzschutzsystem	126
3.6	Aufgaben	129

4 Funktionsdarstellungen und Animationen mit Matplotlib

131

4.1	2D-Funktionsplots	131
4.1.1	Grundstruktur eines Funktionsplots	132
4.1.2	Gitternetzlinien	139
4.1.3	Beschriftungen	141
4.1.4	Linienstile	144
4.1.5	Achsengestaltung	146
4.1.6	Flächen einfärben	152
4.1.7	Unterdiagramme	155
4.1.8	Parameterdarstellung	162
4.1.9	Funktionsparameter interaktiv ändern	165
4.1.10	Konturplots	171
4.2	3D-Funktionsplots	174
4.2.1	Schraubenlinie	174
4.2.2	Kreisring	176
4.2.3	Kombination eines 3D-Plots mit einem Konturplot	177
4.3	Vektoren	179
4.3.1	Addition von Vektoren	180
4.3.2	Vektorfeld	181
4.4	Figures, Linien und Pfeile darstellen	183
4.4.1	Rechtecke	183
4.4.2	Kreise und Linien	185
4.4.3	Pfeile	187
4.4.4	Polygone	188
4.4.5	Anwendungsbeispiel: Metallstab im magnetischen Feld	190
4.5	Animationen	191
4.5.1	Eine einfache Animation: Verschieben einer Sinusfunktion	193
4.5.2	Animierter schiefer Wurf	196
4.5.3	Animierte Planetenbahn	198
4.6	Projektaufgabe: Stirling-Kreisprozess	200
4.7	Projektaufgabe: Animation eines Fadenpendels	207
4.8	Projektaufgabe: Animation eines Getriebes	211
4.9	Aufgaben	215

5.1	Mathematische Grundoperationen	223
5.1.1	Addition	223
5.1.2	Multiplikation von Termen	225
5.1.3	Multiplikation von Linearfaktoren	226
5.1.4	Division	227
5.1.5	Potenzieren	228
5.1.6	Anwendungsbeispiel: Analyse eines elektrischen Energieübertragungssystems	228
5.2	Matrizen multiplizieren	230
5.2.1	Rechenregel	230
5.2.2	Übertragungsfunktion einer Kettenschaltung	231
5.3	Gleichungen	233
5.3.1	Lineare Gleichungssysteme	234
5.3.2	Nichtlineare Gleichungssysteme	236
5.4	Vereinfachungen von Ausdrücken	239
5.5	Reihenentwicklung	241
5.6	Partialbrüche	242
5.7	Kettenbrüche	244
5.8	Grenzwerte	248
5.8.1	Grenzwerte von Folgen	248
5.8.2	Grenzwerte von Funktionen	250
5.8.3	Differenzialquotient	251
5.9	Differenzieren	252
5.10	Integrieren	255
5.10.1	Unbestimmtes Integral	256
5.10.2	Bestimmtes Integral	257
5.10.3	Anwendungsbeispiel: Gespeicherte elektrische Energie	258
5.11	Differenzialgleichungen	260
5.11.1	Lineare DGL erster Ordnung	261
5.11.2	Allgemeine Lösung einer DGL zweiter Ordnung	265
5.11.3	Spezielle Lösung einer DGL zweiter Ordnung	268
5.12	Laplace-Transformation	270
5.12.1	Lösen von Differenzialgleichungen	270
5.12.2	Analyse von Netzwerken mit Übertragungsfunktion	275

5.13	Projektaufgabe: Sprungantwort einer Kettenschaltung	279
5.14	Projektaufgabe: Durchbiegung eines einseitig eingespannten Balkens ...	281
5.14.1	Flächenmoment 2. Grades	281
5.14.2	Gleichung der Biegelinie	283
5.15	Projektaufgabe: Reaktionskinetik	287
5.16	Projektaufgabe: Zweimassenschwinger	291
5.17	Aufgaben	294

6 Numerische Berechnungen und Simulationen mit SciPy 297

6.1	Nullstellen numerisch berechnen	298
6.2	Optimierungen	300
6.3	Interpolationen	302
6.4	Numerisches Differenzieren	304
6.4.1	Methoden der numerischen Differenziation	304
6.4.2	Tangentensteigung zeichnen	306
6.4.3	Ableitung einer Sinusfunktion	307
6.4.4	Anwendungsbeispiel: freier Fall	309
6.5	Numerisches Integrieren	312
6.5.1	Methoden der numerischen Integration	312
6.5.2	Bestimmtes Integral	314
6.5.3	Eine Konstante integrieren	316
6.5.4	Anwendungsbeispiel: Freier Fall	318
6.5.5	Uneigentliches Integral	320
6.5.6	Bogenlängen berechnen	322
6.5.7	Volumen und Oberflächen von Rotationskörpern	323
6.5.8	Zweifachintegrale	324
6.5.9	Dreifachintegrale	326
6.6	Differenzialgleichungen numerisch lösen	327
6.6.1	Numerische Lösung von Differenzialgleichungen	328
6.6.2	Lineare DGL erster Ordnung	332
6.6.3	Lineare DGL zweiter Ordnung	335
6.6.4	Nichtlineare DGL zweiter Ordnung	339
6.6.5	DGL-System zweiter Ordnung: Gekoppeltes Federpendel	343
6.6.6	Nichtlineares DGL-System zweiter Ordnung: Doppelpendel	346

6.7	Diskrete Fourier-Transformation	349
6.7.1	Grundsätzliche Verwendung der FFT	351
6.7.2	Frequenzspektren von nicht sinusförmigen periodischen Signalen	351
6.7.3	Verrauschtes Signal rekonstruieren	354
6.8	Schreiben und Auslesen von Sounddateien	356
6.8.1	Signale erzeugen und abspeichern	357
6.8.2	Signale auslesen und darstellen	358
6.9	Signalverarbeitung	359
6.9.1	Frequenzgang eines Butterworth-Tiefpasses	359
6.9.2	Frequenzgang einer Frequenzweiche	362
6.9.3	Signale filtern	363
6.10	Projektaufgabe: Simulation eines Wälzlagerschadens	365
6.11	Projektaufgabe: Räuber-Beute-Modell	368
6.11.1	Exponentielles Wachstum	369
6.11.2	Logistisches Wachstum	369
6.11.3	Räuber-Beute-Beziehung für exponentielles Wachstum	370
6.11.4	Räuber-Beute-Beziehung für logistisches Wachstum	370
6.12	Projektaufgabe: Simulation einer Epidemie	373
6.13	Aufgaben	375

7 3D-Grafik und Animationen mit VPython 379

7.1	Das Koordinatensystem	380
7.2	Grundkörper, Punkte und Linien	382
7.2.1	Zylinder	383
7.2.2	Quader	385
7.2.3	Punkte	387
7.2.4	Linien	389
7.2.5	Kugel	391
7.2.6	Durchdringung	394
7.2.7	Zusammengesetzte Körper	395
7.3	Körper bewegen sich	397
7.3.1	Senkrechte Bewegung	397
7.3.2	Waagerechte Bewegung	398
7.3.3	Bewegung im Raum	400
7.3.4	Zusammengesetzte Bewegung	402

7.3.5	Rotationsbewegungen	404
7.3.6	Zufällige Bewegung von Körpern	409
7.4	Animation von Schwingungen	411
7.4.1	Fadenpendel	411
7.4.2	Federpendel	413
7.5	Ereignisverarbeitung	416
7.6	Projektaufgabe: Animation eines gekoppelten Federpendels	419
7.7	Projektaufgabe: Animation von zwei gekoppelten Fadenpendeln	422
7.8	Aufgaben	425

8 Rechnen mit komplexen Zahlen 427

8.1	Mathematische Operationen	428
8.2	Die eulersche Formel	430
8.3	Rechnen mit komplexen Widerständen	432
8.4	Funktionsplots mit komplexen Größen	435
8.4.1	Komplexer Frequenzgang eines Reihenschwingkreises	435
8.4.2	Ortskurven	437
8.5	Projektaufgabe: Elektrisches Energieübertragungssystem	439
8.6	Aufgaben	445

9 Statistische Berechnungen 447

9.1	Messwerte erzeugen, abspeichern und auslesen	449
9.1.1	Messwerte erzeugen	449
9.1.2	Messreihe in eine Tabelle umwandeln	451
9.1.3	Messwerte in eine Datei schreiben	452
9.1.4	Messwerte aus einer Datei auslesen	453
9.2	Häufigkeitsverteilung	454
9.2.1	Häufigkeitstabellen	454
9.2.2	Histogramme	456
9.3	Lageparameter	457
9.3.1	Arithmetischer Mittelwert	458
9.3.2	Modus, Median, harmonischer und geometrischer Mittelwert	459

9.4	Streuungsparameter	461
9.5	Normalverteilung	465
9.5.1	Grafische Darstellung der Dichtefunktion	466
9.5.2	Wahrscheinlichkeitsverteilung	467
9.6	Schiefe	468
9.7	Regressionsanalyse	470
9.7.1	Berechnung der Regressionsparameter	471
9.7.2	Darstellung des Streudiagramms und der Regressionsgeraden	474
9.8	Projektaufgabe: Simulation einer Qualitätsregelkarte	475
9.9	Aufgaben	480

10 Boolesche Algebra 483

10.1	Logische Verknüpfungen	484
10.1.1	Konjunktion	484
10.1.2	Disjunktion	485
10.1.3	Negation	486
10.2	Gesetze der booleschen Algebra	488
10.2.1	Einfache Postulate	488
10.2.2	Die demorganschen Gesetze	488
10.2.3	Distributivgesetz	489
10.3	Schaltungssynthese	490
10.3.1	Vereinfachen von Logikfunktionen durch Ausklammern	491
10.3.2	Vereinfachung mit der disjunktiven Normalform	492
10.3.3	Vereinfachung mit der konjunktiven Normalform	494
10.4	Projektaufgabe: Siebensegmentcodierung	495
10.5	Aufgaben	498

11 Interaktive Programmierung mit Tkinter 501

11.1	Interaktionen mit Befehlsschaltflächen, Textfeldern und Bezeichnungsfeldern	503
11.1.1	Bezeichnungsfelder	503
11.1.2	Textfelder und Befehlsschaltflächen	504

11.2	Der Layout-Manager von Tkinter	505
11.2.1	Die pack-Methode	506
11.2.2	Die grid-Methode	509
11.2.3	Zusammenfassung	511
11.3	Auswahl mit Radiobutton	512
11.4	Slider	514
11.5	Die Zeichenfläche Canvas	515
11.5.1	Linien darstellen	515
11.5.2	Funktionsplots	517
11.5.3	Mauskoordinaten abfragen	519
11.6	Projektaufgabe: Drehfrequenzregelung eines fremderregten Gleichstrommotors	521
11.7	Aufgaben	534

Anhang 535

A.1	Glossar: Grundbegriffe der praktischen Informatik	535
A.2	Ableitungen elementarer Funktionen	536
A.3	Stammfunktionen elementarer Funktionen	537
A.4	Fourier-Reihen wichtiger elektrotechnischer Spannungsverläufe	538
A.5	Korrespondenztabelle wichtiger inverser Laplace-Transformationen	539
A.6	Literaturverzeichnis	540

Index	543
-------------	-----