

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
1 Einleitung	1
1.1 An wen richtet sich dieses Buch?	1
1.2 Was ist eine Simulation?	2
1.3 Die Wahl der Programmiersprache	3
1.4 Aufbau des Buches	4
1.5 Nomenklatur	5
Literatur	6
2 Einführung in Python	7
2.1 Installation einer Python-Distribution	8
2.2 Installation von Python unter Linux	9
2.3 Installation eines Texteditors	9
2.4 Installation einer Entwicklungsumgebung	10
2.5 Starten einer interaktiven Python-Sitzung	10
2.6 Python als Taschenrechner	11
2.7 Importieren von Modulen	15
2.8 Variablen	16
2.9 Datentypen und Klassen	18
2.10 Arithmetische Zuweisungsoperatoren	28
2.11 Mehrfache Zuweisungen (Unpacking)	28
2.12 Indizierung von Ausschnitten (Slices)	29
2.13 Formatierte Strings	30
2.14 Vergleiche und boolesche Ausdrücke	31
2.15 Erstellen von Python-Programmen	33
2.16 Kontrollstrukturen	35
2.17 Funktionen	36
2.18 Funktionen mit optionalen Argumenten	38
2.19 Bedingte Ausführung von Anweisungen	39
2.20 Bedingte Wiederholung von Anweisungen	39
2.21 Schleifen über eine Aufzählung von Elementen	41
2.22 Schleifen mit zip und enumerate	43
2.23 Styleguide PEP 8	44
Zusammenfassung	46
Aufgaben	46
Literatur	48
3 NumPy und Matplotlib	49
3.1 Eindimensionale Arrays	50
3.2 Mehrdimensionale Arrays	51
3.3 Datentypen in NumPy	52
3.4 Rechnen mit Arrays	54
3.5 Erzeugen von Arrays	55

3.6	Indizierung von Array-Ausschnitten (Array-Slices)	56
3.7	Indizierung mit ganzzahligen Arrays	58
3.8	Indizierung mit booleschen Arrays	58
3.9	Ausgelassene Indizes	59
3.10	Logische Operationen auf Arrays	60
3.11	Mehrfache Zuweisungen mit Arrays (Unpacking)	61
3.12	Broadcasting	62
3.13	Matrixmultiplikationen mit @	63
3.14	Lösen von linearen Gleichungssystemen	65
3.15	Änderung der Form von Arrays	66
3.16	Grafische Ausgaben mit Matplotlib	67
3.17	Animationen mit Matplotlib	70
3.18	Positionierung von Grafikelementen	74
	Zusammenfassung	77
	Aufgaben	78
	Literatur	80
4	Physikalische Größen und Messungen	81
4.1	Darstellung physikalischer Größen	81
4.2	Statistische Messfehler	83
4.3	Simulation der Gauß-Verteilung	90
4.4	Grafische Darstellung von Messdaten	92
4.5	Kurvenanpassung an Messdaten	94
	Zusammenfassung	96
	Aufgaben	97
	Literatur	98
5	Kinematik des Massenpunkts	99
5.1	Schiefer Wurf	100
5.2	Radiodromen	103
5.3	Gleichförmige Kreisbewegung	112
5.4	Bewegung entlang einer Schraubenlinie	115
	Zusammenfassung	117
	Aufgaben	117
	Literatur	120
6	Statik von Massenpunkten	121
6.1	Starre Stabwerke	123
6.2	Elastische Stabwerke	132
6.3	Linearisierung kleiner Deformationen	140
6.4	Darstellung der Kräfte über eine Farbtabelle	146
6.5	Dreidimensionale Stabwerke	148
6.6	Unterbestimmte Stabwerke	148
	Zusammenfassung	148
	Aufgaben	149
	Literatur	150

7	Dynamik des Massenpunkts	151
7.1	Eindimensionale Bewegungen	152
7.2	Reduktion der Ordnung	155
7.3	Runge-Kutta-Verfahren	156
7.4	Freier Fall mit Luftreibung	160
7.5	Interpolation von Messwerten für Simulationen	163
7.6	Mehrdimensionale Bewegungen	166
7.7	Schiefer Wurf mit Luftreibung	167
7.8	Schiefer Wurf mit Coriolis-Kraft	170
7.9	Planetenbahnen	173
	Zusammenfassung	177
	Aufgaben	179
	Literatur	180
8	Mehrteilchensysteme und Erhaltungssätze	181
8.1	Erhaltungssätze	181
8.2	Bewegungen mehrerer Massen	183
8.3	Doppelsternsysteme	184
8.4	Sonnensystem	189
8.5	Elastische Stoßprozesse	195
8.6	Stoß zweier harter Kugeln	199
8.7	Stoß vieler harter Kugeln	206
8.8	Modell eines Gases	217
8.9	Gleichverteilungssatz der statistischen Physik	219
8.10	Brownsche Bewegung	221
	Zusammenfassung	222
	Aufgaben	223
	Literatur	224
9	Zwangsbedingungen	225
9.1	Verallgemeinerte Koordinaten	226
9.2	Pendel mit Zwangskraft	228
9.3	Baumgarte-Stabilisierung	232
9.4	Verallgemeinerung der Zwangsbedingungen	235
9.5	Chaotische Mehrfachpendel	240
9.6	Zwangsbedingungen mit Ungleichungen	247
9.7	Zeitabhängige Zwangsbedingungen	257
	Zusammenfassung	258
	Aufgaben	259
	Literatur	262
10	Schwingungen	263
10.1	Theorie des linearen Federpendels	264
10.2	Darstellung von Resonanzkurven	265
10.3	Visualisierung einer Feder	267
10.4	Simulation des Federpendels	271
10.5	Hörbarmachen von Schwingungen	275

10.6	Nichtlineare Schwingungen	278
10.7	Fourier-Analysen	281
10.8	Spektralanalyse von Audiosignalen	287
10.9	Amplituden und Frequenzmodulation	291
10.10	Resonanzkurven nichtlinearer Systeme	294
10.11	Gekoppelte Schwingungen und Eigenmoden	298
	Zusammenfassung	307
	Aufgaben	308
	Literatur	310
11	Wellen	311
11.1	Transversal- und Longitudinalwellen	313
11.2	Masse-Feder-Kette	316
11.3	Stehende Wellen	321
11.4	Interferenz	323
11.5	Komplexe Amplituden	326
11.6	Huygssches Prinzip: Beugung am Spalt	328
11.7	Brechung	331
11.8	Doppler-Effekt und machscher Kegel	335
11.9	Hörbarmachen des Doppler-Effekts	338
11.10	Dispersion und Gruppengeschwindigkeit	343
11.11	Zerfließen eines Wellenpakets	346
	Zusammenfassung	349
	Aufgaben	350
	Literatur	352
12	Grafische Benutzeroberflächen	353
12.1	Objektorientierte Programmierung	354
12.2	Definition von Klassen	356
12.3	Vererbung	358
12.4	Überschreiben von Methoden	359
12.5	Erzeugen einer Benutzeroberfläche mit PyQt	360
12.6	Design einer Benutzeroberfläche	361
12.7	Implementierung der Benutzeroberfläche	363
12.8	Direkte Verwendung einer .ui-Datei mit PyQt	366
12.9	Vorteile von pyuic gegenüber loadUiType	366
12.10	Benutzeroberfläche für den schiefen Wurf	367
12.11	Implementierung der Benutzeroberfläche	370
12.12	Generatoren	376
12.13	Animationen in GUIs	377
	Zusammenfassung	379
	Literatur	380
13	Objektorientierte Simulationen	381
13.1	Dekoratoren	382
13.2	Properties	384
13.3	Entpacken von Funktionsargumenten	385

13.4	Funktionen mit variabler Anzahl von Argumenten	386
13.5	Problemanalyse der Stabwerke	387
13.6	Das Paket Stabwerke	389
13.7	Die Klasse Stabwerk	390
13.8	Die Klasse StabwerkStarr	395
13.9	Die Klasse StabwerkElastisch	396
13.10	Die Klasse StabwerkElastischLin	398
13.11	Die Klasse PlotStabwerk	403
13.12	Die Klasse AnimationEigenmode	404
13.13	Anwendungen des Pakets	405
	Zusammenfassung	410
	Aufgaben	410
	Literatur	412
14	Ausblick	413
	Literatur	414
	Index	415