

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Einleitung</b> .....	23
	Warum Python? .....	23
	Python 3 .....	23
	An wen wendet sich dieses Buch? .....	23
	Inhalt und Aufbau .....	24
	Hinweise zur Typographie .....	25
	Programmbeispiele .....	26
<b>1</b>	<b>Grundlagen</b> .....	27
1.1	Was ist Programmieren? .....	27
1.2	Hardware und Software .....	28
1.3	Programm als Algorithmus .....	29
1.4	Syntax und Semantik .....	30
1.5	Interpreter und Compiler .....	30
1.6	Programmierparadigmen .....	32
1.7	Objektorientierte Programmierung .....	33
	1.7.1 Strukturelle Zerlegung .....	33
	1.7.2 Die Welt als System von Objekten .....	34
	1.7.3 Objekte besitzen Attribute und beherrschen Methoden .....	35
	1.7.4 Objekte sind Instanzen von Klassen .....	36
1.8	Hintergrund: Geschichte der objektorientierten Programmierung .....	36
1.9	Aufgaben .....	37
1.10	Lösungen .....	38
<b>2</b>	<b>Der Einstieg – Python im interaktiven Modus</b> .....	39
2.1	Python installieren .....	39
2.2	Python im interaktiven Modus .....	42
	2.2.1 Start des Python-Interpreters in einem Konsolenfenster .....	42
	2.2.2 Die IDLE-Shell .....	43
	2.2.3 Die ersten Python-Befehle ausprobieren .....	43
	2.2.4 Hotkeys .....	44
2.3	Objekte .....	45
2.4	Namen .....	47
2.5	Hintergrund: Syntax-Regeln für Bezeichner .....	47
2.6	Schlüsselwörter .....	48
2.7	Anweisungen .....	49
	2.7.1 Ausdruckanweisungen .....	50
	2.7.2 Import-Anweisungen .....	54
	2.7.3 Zuweisungen .....	55
	2.7.4 Erweiterte Zuweisungen .....	59

2.7.5	Hintergrund: Dynamische Typisierung .....	59
2.8	Aufgaben .....	60
2.9	Lösungen .....	62
<b>3</b>	<b>Python-Skripte</b> .....	<b>65</b>
3.1	Ausprobieren, nachmachen, besser machen! .....	65
3.2	Skripte editieren und ausführen mit IDLE .....	65
3.3	Ausführen eines Python-Skripts .....	67
3.4	Kommentare .....	69
3.5	Die Zeilenstruktur von Python-Programmen .....	70
3.6	Das EVA-Prinzip .....	73
3.7	Phasen der Programmentwicklung .....	75
3.8	Guter Programmierstil .....	76
3.9	Hintergrund: Die Kunst des Fehlerfindens .....	78
3.10	Weitere Entwicklungsumgebungen für Python .....	80
3.10.1	Thonny – eine Entwicklungsumgebung für Python-Einsteiger ....	80
3.10.2	Python in der Cloud .....	81
3.10.3	Jupyter Notebook und Google Colab .....	82
3.10.4	Entwicklungsumgebungen für Profis .....	82
3.11	Aufgaben .....	83
3.12	Lösungen .....	84
<b>4</b>	<b>Standard-Datentypen</b> .....	<b>87</b>
4.1	Daten als Objekte .....	87
4.2	Fundamentale Datentypen im Überblick .....	89
4.3	Typen und Klassen .....	90
4.4	NoneType .....	91
4.5	Wahrheitswerte – der Datentyp bool .....	91
4.6	Ganze Zahlen .....	92
4.7	Gleitkommazahlen .....	94
4.8	Komplexe Zahlen .....	95
4.9	Arithmetische Operatoren für Zahlen .....	96
4.10	Sequenzen .....	101
4.10.1	Zeichenketten (Strings) .....	102
4.10.2	Bytestrings .....	104
4.10.3	Tupel .....	105
4.10.4	Liste .....	106
4.10.5	Bytearray .....	107
4.10.6	Einige Grundoperationen für Sequenzen .....	107
4.10.7	Veränderbare und unveränderbare Sequenzen .....	109
4.11	Mengen .....	110
4.12	Dictionaries .....	111
4.13	Typumwandlungen .....	111
4.13.1	int() .....	113
4.13.2	float() .....	113

4.13.3	complex()	114
4.13.4	bool()	114
4.13.5	str()	114
4.13.6	dict(), list() und tuple()	115
4.14	Aufgaben	115
4.15	Lösungen	118
<b>5</b>	<b>Kontrollstrukturen</b>	<b>123</b>
5.1	Einfache Bedingungen	123
5.1.1	Vergleiche	123
5.1.2	Zugehörigkeit zu einer Menge (in, not in)	127
5.1.3	Beliebige Ausdrücke als Bedingungen	127
5.2	Zusammengesetzte Bedingungen – logische Operatoren	128
5.2.1	Negation (not)	128
5.2.2	Konjunktion (and)	129
5.2.3	Disjunktion (or)	130
5.2.4	Formalisierung von Bedingungen	131
5.2.5	Hinweis zum Programmierstil	132
5.3	Programmverzweigungen (bedingte Anweisungen)	132
5.3.1	Einseitige Verzweigung (if)	133
5.3.2	Zweiseitige Verzweigung (if-else)	133
5.3.3	Mehrfache Fallunterscheidung (elif)	134
5.3.4	Bedingte Ausdrücke	136
5.4	Bedingte Wiederholung (while)	136
5.4.1	Endlosschleifen	137
5.5	Iteration über eine Kollektion (for)	139
5.5.1	Zählschleifen – Verwendung von range()	140
5.5.2	Verschachtelte Iterationen	141
5.5.3	Vertiefung: Iterative Berechnung rekursiver Folgen	143
5.6	Abbruch einer Schleife mit break	143
5.6.1	Abbruch eines Schleifendurchlaufs mit continue	144
5.7	Abfangen von Ausnahmen mit try	145
5.7.1	try...except	146
5.8	Aufgaben	148
5.9	Lösungen	152
<b>6</b>	<b>Funktionen</b>	<b>157</b>
6.1	Aufruf von Funktionen	157
6.2	Definition von Funktionen	160
6.3	Schrittweise Verfeinerung	162
6.4	Ausführung von Funktionen	166
6.4.1	Globale und lokale Namen	166
6.4.2	Seiteneffekte – die global-Anweisung	169
6.4.3	Parameterübergabe	170

6.5	Voreingestellte Parameterwerte .....	172
6.5.1	Schlüsselwort-Argumente .....	174
6.6	Funktionen mit beliebiger Anzahl von Parametern .....	176
6.7	Lokale Funktionen .....	177
6.8	Rekursive Funktionen .....	178
6.9	Experimente zur Rekursion mit der Turtle-Grafik .....	180
6.9.1	Turtle-Befehle im interaktiven Modus .....	180
6.9.2	Eine rekursive Spirale .....	181
6.9.3	Baumstrukturen .....	183
6.9.4	Künstlicher Blumenkohl – selbstähnliche Bilder .....	184
6.10	Rekursive Zahlenfunktionen .....	186
6.11	Hintergrund: Wie werden rekursive Funktionen ausgeführt? .....	187
6.11.1	Execution Frames .....	187
6.11.2	Rekursionstiefe .....	188
6.12	Funktionen als Objekte .....	190
6.12.1	Hintergrund: Typen sind keine Funktionen .....	191
6.13	Lambda-Formen .....	191
6.14	Funktionsannotationen: Typen zuordnen .....	192
6.15	Hinweise zum Programmierstil .....	193
6.15.1	Allgemeines .....	193
6.15.2	Funktionsnamen .....	193
6.15.3	Kommentierte Parameter .....	194
6.15.4	Docstrings .....	194
6.16	Aufgaben .....	196
6.17	Lösungen .....	199
<b>7</b>	<b>Sequenzen, Mengen und Generatoren .....</b>	<b>203</b>
7.1	Gemeinsame Operationen für Sequenzen .....	203
7.1.1	Zugriff auf Elemente einer Sequenz .....	204
7.1.2	Slicing von Sequenzen .....	205
7.1.3	Auspacken (unpacking) .....	206
7.2	Vertiefung: Rekursive Funktionen für Sequenzen .....	207
7.2.1	Rekursives Summieren .....	207
7.2.2	Rekursive Suche .....	207
7.3	Tupel .....	209
7.4	Listen .....	210
7.4.1	Eine Liste erzeugen .....	210
7.4.2	Eine Liste verändern .....	213
7.4.3	Flache und tiefe Kopien .....	215
7.4.4	Listen sortieren .....	216
7.4.5	Binäre Suche in einer sortierten Liste .....	218
7.4.6	Zwei Sortierverfahren im Vergleich .....	219
7.4.7	Modellieren mit Listen – Beispiel: die Charts .....	223
7.5	Generatoren .....	227
7.5.1	Generatorausdrücke .....	228

7.5.2	Generatorfunktionen .....	228
7.5.3	Iteratoren .....	230
7.5.4	Verwendung von Generatoren .....	231
7.6	Mengen .....	231
7.6.1	Operationen für Mengen .....	233
7.6.2	Modellieren mit Mengen – Beispiel: Graphen .....	234
7.7	Aufgaben .....	237
7.8	Lösungen .....	239
<b>8</b>	<b>Dictionaries .....</b>	<b>241</b>
8.1	Operationen für Dictionaries .....	241
8.2	Wie erstellt man ein Dictionary? .....	242
8.2.1	Definition mit einem Dictionary-Display .....	242
8.2.2	Schrittweiser Aufbau eines Dictionarys .....	244
8.2.3	Ein Dictionary aus anderen Dictionaries zusammensetzen – update() .....	245
8.3	Zugriff auf Daten in einem Dictionary .....	245
8.3.1	Vergebliche Zugriffsversuche .....	245
8.4	Praxisbeispiel: Vokabeltrainer .....	246
8.5	Typische Fehler .....	248
8.6	Aufgaben .....	248
8.7	Lösungen .....	251
<b>9</b>	<b>Ein- und Ausgabe .....</b>	<b>255</b>
9.1	Streams .....	255
9.1.1	Die Rolle der Streams bei E/A-Operationen .....	255
9.1.2	Was ist ein Stream? .....	256
9.1.3	Eine Datei öffnen .....	257
9.1.4	Speichern einer Zeichenkette .....	258
9.1.5	Laden einer Zeichenkette aus einer Datei .....	260
9.1.6	Absolute und relative Pfade .....	260
9.1.7	Zwischenspeichern, ohne zu schließen .....	262
9.1.8	Zugriff auf Streams (lesen und schreiben) .....	263
9.2	Mehr Zuverlässigkeit durch try- und with-Anweisungen .....	265
9.2.1	try...finally .....	266
9.2.2	with-Anweisungen .....	267
9.3	Objekte speichern mit pickle .....	268
9.3.1	Funktionen zum Speichern und Laden .....	268
9.4	Die Streams sys.stdin und sys.stdout .....	270
9.5	Ausgabe von Werten mit der print()-Funktion .....	271
9.5.1	Anwendung: Ausgabe von Tabellen .....	272
9.6	Kommandozeilen-Argumente (Optionen) .....	273
9.6.1	Zugriff auf Optionen .....	274
9.6.2	Beispiel .....	274
9.6.3	Skripte mit Optionen testen .....	275

9.7	Aufgaben .....	275
9.8	Lösungen .....	278
<b>10</b>	<b>Definition eigener Klassen .....</b>	<b>283</b>
10.1	Klassen und Objekte .....	283
10.2	Definition von Klassen .....	285
10.3	Objekte (Instanzen) .....	287
10.4	Zugriff auf Attribute – Sichtbarkeit .....	290
	10.4.1 Öffentliche Attribute .....	290
	10.4.2 Private Attribute .....	291
	10.4.3 Properties .....	293
	10.4.4 Dynamische Erzeugung von Attributen .....	295
10.5	Methoden .....	295
	10.5.1 Polymorphismus – überladen von Operatoren .....	296
	10.5.2 Vertiefung: Objekte ausführbar machen – die Methode __call__() .....	299
	10.5.3 Statische Methoden .....	300
10.6	Abstraktion, Verkapselung und Geheimnisprinzip .....	302
	10.6.1 Abstraktion .....	302
	10.6.2 Verkapselung .....	302
	10.6.3 Geheimnisprinzip .....	302
10.7	Vererbung .....	303
	10.7.1 Spezialisierungen .....	303
	10.7.2 Beispiel: Die Klasse Konto – eine Spezialisierung der Klasse Geld .....	304
	10.7.3 Vertiefung: Standardklassen als Basisklassen .....	307
10.8	Hinweise zum Programmierstil .....	309
	10.8.1 Schreibweise .....	309
	10.8.2 Sichtbarkeit .....	309
	10.8.3 Dokumentation von Klassen .....	310
10.9	Typische Fehler .....	311
	10.9.1 Versehentliches Erzeugen neuer Attribute .....	311
	10.9.2 Verwechseln von Methoden und Attributen .....	311
10.10	Aufgaben .....	312
10.11	Lösungen .....	315
<b>11</b>	<b>Klassen wiederverwenden – Module .....</b>	<b>321</b>
11.1	Testen einer Klasse in einem lauffähigen Stand-alone-Skript .....	321
11.2	Module speichern und importieren .....	323
11.3	Den Zugang zu einem Modul sicherstellen .....	325
	11.3.1 Erweitern der Verzeichnisliste sys.path .....	325
	11.3.2 Anwendungsbeispiel: Eine interaktive Testumgebung .....	325
	11.3.3 Kompilieren von Modulen .....	326
11.4	Programmierstil: Verwendung und Dokumentation von Modulen .....	327

<b>12</b>	<b>Objektorientiertes Modellieren</b> .....	329
12.1	Phasen einer objektorientierten Software-Entwicklung .....	329
12.1.1	Objektorientierte Analyse (OOA) .....	329
12.1.2	Objektorientierter Entwurf (OOD) .....	330
12.1.3	Objektorientierte Programmierung (OOP) .....	330
12.2	Beispiel: Modell eines Wörterbuchs .....	330
12.2.1	OOA: Entwicklung einer Klassenstruktur .....	330
12.2.2	OOD: Entwurf einer Klassenstruktur zur Implementierung in Python .....	334
12.2.3	OOP: Implementierung der Klassenstruktur .....	336
12.3	Assoziationen zwischen Klassen .....	340
12.3.1	Reflexive Assoziationen .....	340
12.3.2	Aggregation .....	342
12.4	Beispiel: Management eines Musicals .....	343
12.4.1	OOA .....	343
12.4.2	OOD .....	345
12.4.3	OOP .....	345
12.5	Aufgaben .....	355
12.6	Lösungen .....	356
<b>13</b>	<b>Textverarbeitung</b> .....	361
13.1	Standardmethoden zur Verarbeitung von Zeichenketten .....	361
13.1.1	Formatieren .....	362
13.1.2	Schreibweise .....	362
13.1.3	Tests .....	363
13.1.4	Entfernen und Aufspalten .....	364
13.1.5	Suchen und Ersetzen .....	365
13.2	Codierung und Decodierung .....	365
13.2.1	Platonische Zeichen und Unicode .....	365
13.2.2	Vertiefung: Zeichenketten durch Bytefolgen darstellen .....	367
13.3	Automatische Textproduktion .....	369
13.3.1	Texte mit variablen Teilen – Anwendung der String-Methode format() .....	369
13.3.2	Vertiefung: Eine Tabelle erstellen .....	372
13.3.3	Mahnbriefe .....	373
13.3.4	Textuelle Repräsentation eines Objekts .....	374
13.3.5	F-Strings .....	376
13.4	Analyse von Texten .....	377
13.4.1	Chat-Bots .....	377
13.4.2	Textanalyse mit einfachen Vorkommenstests .....	378
13.5	Reguläre Ausdrücke .....	380
13.5.1	Die Funktion findall() aus dem Modul re .....	381
13.5.2	Aufbau eines regulären Ausdrucks .....	381
13.5.3	Objekte für reguläre Ausdrücke .....	384
13.5.4	Strings untersuchen mit search() .....	385

13.5.5	Textpassagen extrahieren mit findall() .....	386
13.5.6	Zeichenketten zerlegen mit split() .....	387
13.5.7	Teilstrings ersetzen mit sub() .....	388
13.5.8	Match-Objekte .....	389
13.6	Den Computer zum Sprechen bringen – Sprachsynthese .....	391
13.6.1	Buchstabieren .....	393
13.6.2	Den Klang der Stimme verändern .....	395
13.7	Aufgaben .....	398
13.8	Lösungen .....	401
<b>14</b>	<b>Systemfunktionen .....</b>	<b>409</b>
14.1	Das Modul sys – die Schnittstelle zum Laufzeitsystem .....	409
14.1.1	Informationen über die aktuelle Systemumgebung .....	410
14.1.2	Standardeingabe und -ausgabe .....	411
14.1.3	Die Objektverwaltung beobachten mit getrefcount() .....	412
14.1.4	Ausführung eines Skripts beenden .....	413
14.2	Das Modul os – die Schnittstelle zum Betriebssystem .....	413
14.2.1	Dateien und Verzeichnisse suchen .....	414
14.2.2	Hintergrund: Zugriffsrechte abfragen und ändern (Windows und Unix) .....	415
14.2.3	Dateien und Verzeichnisse anlegen und modifizieren .....	417
14.2.4	Merkmale von Dateien und Verzeichnissen abfragen .....	418
14.2.5	Pfade verarbeiten .....	419
14.2.6	Hintergrund: Umgebungsvariablen .....	421
14.2.7	Systematisches Durchlaufen eines Verzeichnisbaumes .....	422
14.3	Datum und Zeit .....	424
14.3.1	Funktionen des Moduls time .....	425
14.3.2	Sekundenformat .....	425
14.3.3	Zeit-Tupel .....	426
14.3.4	Zeitstrings .....	427
14.3.5	Einen Prozess unterbrechen mit sleep() .....	428
14.4	Zeitberechnungen mit dem Modul datetime .....	428
14.4.1	Die Klasse datetime .....	428
14.4.2	Die Zeitzone .....	430
14.4.3	Die Klasse timedelta .....	431
14.5	Aufgaben .....	431
14.6	Lösungen .....	432
<b>15</b>	<b>Grafische Benutzungsoberflächen mit tkinter .....</b>	<b>437</b>
15.1	Ein einführendes Beispiel .....	438
15.2	Einfache Widgets .....	441
15.3	Die Master-Slave-Hierarchie .....	442
15.4	Optionen der Widgets .....	443
15.4.1	Optionen bei der Instanziierung setzen .....	443
15.4.2	Widget-Optionen nachträglich konfigurieren .....	444



15.4.3	Fonts . . . . .	445
15.4.4	Farben . . . . .	446
15.4.5	Rahmen . . . . .	446
15.4.6	Die Größe eines Widgets . . . . .	447
15.4.7	Leerraum um Text . . . . .	449
15.5	Gemeinsame Methoden der Widgets . . . . .	450
15.6	Die Klasse Tk . . . . .	450
15.7	Die Klasse Button . . . . .	451
15.8	Die Klasse Label . . . . .	451
15.8.1	Dynamische Konfiguration der Beschriftung . . . . .	452
15.8.2	Verwendung von Kontrollvariablen . . . . .	453
15.9	Die Klasse Entry . . . . .	455
15.10	Die Klasse Radiobutton . . . . .	457
15.11	Die Klasse Checkbutton . . . . .	459
15.12	Die Klasse Scale . . . . .	461
15.13	Die Klasse Frame . . . . .	463
15.14	Aufgaben . . . . .	463
15.15	Lösungen . . . . .	464
<b>16</b>	<b>Layout . . . . .</b>	<b>469</b>
16.1	Der Packer . . . . .	469
16.2	Layout-Fehler . . . . .	471
16.3	Raster-Layout . . . . .	472
16.4	Vorgehensweise bei der GUI-Entwicklung . . . . .	476
16.4.1	Die Benutzungsoberfläche gestalten . . . . .	479
16.4.2	Funktionalität hinzufügen . . . . .	482
16.5	Aufgaben . . . . .	483
16.6	Lösungen . . . . .	486
<b>17</b>	<b>Grafik . . . . .</b>	<b>497</b>
17.1	Die tkinter-Klasse Canvas . . . . .	497
17.1.1	Generierung grafischer Elemente – ID, Positionierung und Display-Liste . . . . .	498
17.1.2	Grafische Elemente gestalten . . . . .	500
17.1.3	Visualisieren mit Kreisdiagrammen . . . . .	502
17.2	Die Klasse PhotoImage . . . . .	505
17.2.1	Eine Pixelgrafik erzeugen . . . . .	506
17.2.2	Fotos analysieren und verändern . . . . .	508
17.3	Bilder in eine Benutzungsoberfläche einbinden . . . . .	511
17.3.1	Icons auf Schaltflächen . . . . .	511
17.3.2	Hintergrundbilder . . . . .	512
17.3.3	Hintergrund: Das PPM-Format . . . . .	514
17.4	Die Python Imaging Library (PIL) . . . . .	515
17.4.1	Installation eines Moduls mit pip . . . . .	515
17.4.2	Mit PIL beliebige Bilddateien einbinden . . . . .	516

17.4.3	Steganografie – Informationen in Bildern verstecken . . . . .	517
17.5	Aufgaben . . . . .	519
17.6	Lösungen . . . . .	520
<b>18</b>	<b>Event-Verarbeitung . . . . .</b>	<b>525</b>
18.1	Einführendes Beispiel . . . . .	526
18.2	Event-Sequenzen . . . . .	528
18.2.1	Event-Typen . . . . .	528
18.2.2	Qualifizierer für Maus- und Tastatur-Events . . . . .	528
18.2.3	Modifizierer . . . . .	530
18.3	Beispiel: Tastaturereignisse verarbeiten . . . . .	530
18.4	Programmierung eines Eventhandlers . . . . .	532
18.4.1	Beispiel für eine Event-Auswertung . . . . .	533
18.5	Bindemethoden . . . . .	534
18.6	Aufgaben . . . . .	534
18.7	Lösungen . . . . .	537
<b>19</b>	<b>Komplexe Benutzungsoberflächen . . . . .</b>	<b>543</b>
19.1	Text-Widgets . . . . .	543
19.1.1	Methoden der Text-Widgets . . . . .	544
19.2	Rollbalken (Scrollbars) . . . . .	546
19.3	Menüs . . . . .	547
19.3.1	Die Klasse Menu . . . . .	548
19.3.2	Methoden der Klasse Menu . . . . .	548
19.4	Texteditor mit Menüleiste und Pulldown-Menü . . . . .	550
19.5	Dialogboxen . . . . .	552
19.6	Applikationen mit mehreren Fenstern . . . . .	556
19.7	Aufgaben . . . . .	559
19.8	Lösungen . . . . .	560
<b>20</b>	<b>Threads . . . . .</b>	<b>565</b>
20.1	Funktionen in einem Thread ausführen . . . . .	566
20.2	Thread-Objekte erzeugen – die Klasse Thread . . . . .	568
20.3	Aufgaben . . . . .	571
20.4	Lösungen . . . . .	572
<b>21</b>	<b>Fehler finden und vermeiden . . . . .</b>	<b>577</b>
21.1	Testen von Bedingungen . . . . .	577
21.1.1	Ausnahmen (Exceptions) . . . . .	577
21.1.2	Testen von Vor- und Nachbedingungen mit assert . . . . .	578
21.1.3	Vertiefung: Programmabstürze ohne Fehlermeldung . . . . .	581
21.2	Debugging-Modus und optimierter Modus . . . . .	583
21.3	Ausnahmen gezielt auslösen . . . . .	584
21.4	Selbstdokumentation . . . . .	585
21.5	Dokumentation eines Programmlaufs mit Log-Dateien . . . . .	587
21.5.1	Grundfunktionen . . . . .	587

21.5.2	Beispiel: Logging in der GUI-Programmierung	588
21.6	Vertiefung: Professionelles Arbeiten mit Logging	589
21.6.1	Logging-Levels	589
21.6.2	Logger-Objekte	594
21.6.3	Das Format der Logging-Meldungen konfigurieren	594
21.7	Debugging	596
21.7.1	Schaltflächen des Debug-Control-Fensters	597
21.7.2	Breakpoints	597
<b>22</b>	<b>Dynamische Webseiten – CGI und WSGI</b>	<b>599</b>
22.1	Wie funktionieren dynamische Webseiten?	599
22.2	Wie spät ist es? Aufbau eines CGI-Skripts	601
22.2.1	Die Ausgabe eines CGI-Skripts	601
22.2.2	Wie ist ein CGI-Skript aufgebaut?	602
22.2.3	Verwendung von Schablonen	603
22.2.4	Aufruf mit dem Webbrowser	604
22.2.5	Ein einfacher HTTP-Server	605
22.3	Kommunikation über interaktive Webseiten	605
22.3.1	Aufbau eines HTML-Formulars	606
22.3.2	Eingabekomponenten in einem HTML-Formular	608
22.4	Verarbeitung von Eingabedaten mit FieldStorage	610
22.5	Sonderzeichen handhaben	612
22.6	CGI-Skripte debuggen	613
22.7	Der Apache-Webserver	614
22.7.1	Den Apache-Server installieren	615
22.7.2	CGI-Skripte auf dem Apache-Server	616
22.8	Dynamische Webseiten mit WSGI	616
22.8.1	Einfacher geht's nicht: Ein Stand-alone-WSGI-Webserver mit wsgiref	617
22.9	mod_wsgi	618
22.9.1	Installation	618
22.9.2	Vorbereitung	619
22.9.3	Den Apache-Server konfigurieren	619
22.9.4	Ein WSGI-Skript für den Apache-Server	621
22.9.5	Tipps zum Debuggen	621
22.9.6	Zugriff von einem entfernten Rechner im WLAN	622
22.10	Verarbeitung von Eingabedaten aus Formularen	623
22.11	Objektorientierte WSGI-Skripte – Beispiel: ein Chatroom	625
22.11.1	Die HTML-Seiten	627
22.11.2	Die Klassen für den Chatroom	629
22.11.3	Skript (Teil 2)	629
22.12	WSGI-Skripte mit Cookies	632
22.12.1	Besuche zählen	633

<b>23</b>	<b>Internet-Programmierung</b> .....	641
23.1	Was ist ein Protokoll? .....	641
23.2	Übertragung von Dateien mit FTP .....	642
23.2.1	Das Modul ftplib .....	642
23.2.2	Navigieren und Downloaden .....	643
23.2.3	Ein Suchroboter für FTP-Server .....	645
23.3	Zugriff auf Webseiten mit HTTP und HTTPS .....	649
23.3.1	Automatische Auswertung von Webseiten .....	651
23.4	Zugriff auf Ressourcen im Internet über deren URL .....	653
23.4.1	Webseite herunterladen und verarbeiten .....	653
23.4.2	Projekt: Wie warm wird es heute? .....	654
23.4.3	Datei herunterladen und speichern .....	655
23.4.4	Projekt: Filme herunterladen .....	655
23.5	E-Mails senden mit SMTP .....	657
23.6	Aufgaben .....	660
23.7	Lösungen .....	661
<b>24</b>	<b>Datenbanken</b> .....	669
24.1	Was ist ein Datenbanksystem? .....	669
24.2	Entity-Relationship-Diagramme (ER-Diagramme) .....	670
24.3	Relationale Datenbanken .....	671
24.4	Darstellung von Relationen als Mengen oder Dictionaries .....	672
24.5	Das Modul sqlite3 .....	673
24.5.1	Beispiel: Telefonbuch .....	673
24.5.2	Eine Tabelle anlegen .....	674
24.5.3	Anfragen an eine Datenbank .....	675
24.5.4	Datensuche im interaktiven Modus .....	676
24.5.5	SQL-Anweisungen mit variablen Teilen .....	678
24.5.6	Vertiefung: SQL-Injection .....	680
24.6	Online-Redaktionssystem mit Datenbankanbindung .....	681
24.6.1	Objektorientierte Analyse (OOA) .....	683
24.6.2	Objektorientierter Entwurf des Systems (OOD) .....	684
24.6.3	Hintergrund: Authentifizieren mit SHA-256 .....	686
24.6.4	Implementierung des Redaktionssystems mit Python (OOP) .....	687
24.7	Aufgaben .....	697
24.8	Lösungen .....	698
<b>25</b>	<b>Testen und Tuning</b> .....	701
25.1	Automatisiertes Testen .....	701
25.2	Testen mit Docstrings – das Modul doctest .....	701
25.3	Praxisbeispiel: Suche nach dem Wort des Jahres .....	704
25.4	Klassen testen mit doctest .....	711
25.4.1	Wie testet man eine Klasse? .....	711
25.4.2	Normalisierte Whitespaces – doctest-Direktiven .....	712
25.4.3	Ellipsen verwenden .....	712

25.4.4	Dictionaries testen . . . . .	713
25.5	Gestaltung von Testreihen mit unittest . . . . .	713
25.5.1	Einführendes Beispiel mit einem Testfall . . . . .	714
25.5.2	Klassen des Moduls unittest . . . . .	715
25.5.3	Weiterführendes Beispiel . . . . .	718
25.6	Tuning . . . . .	721
25.6.1	Performance-Analyse mit dem Profiler . . . . .	721
25.6.2	Praxisbeispiel: Auswertung astronomischer Fotografien . . . . .	723
25.6.3	Performance-Analyse und Tuning . . . . .	729
25.7	Aufgaben . . . . .	730
25.8	Lösungen . . . . .	732
<b>26</b>	<b>XML und JSON . . . . .</b>	<b>739</b>
26.1	Was ist XML? . . . . .	739
26.2	XML-Dokumente . . . . .	740
26.3	Ein XML-Dokument als Baum . . . . .	742
26.4	DOM . . . . .	743
26.5	Das Modul xml.dom.minidom . . . . .	746
26.5.1	XML-Dokumente und DOM-Objekte . . . . .	746
26.5.2	Die Basisklasse Node . . . . .	748
26.5.3	Die Klassen Document, Element und Text . . . . .	750
26.6	Attribute von XML-Elementen . . . . .	752
26.7	Anwendungsbeispiel 1: Eine XML-basierte Klasse . . . . .	752
26.8	Anwendungsbeispiel 2: Datenkommunikation mit XML . . . . .	755
26.8.1	Überblick . . . . .	756
26.8.2	Das Client-Programm . . . . .	757
26.8.3	Das Server-Programm . . . . .	760
26.9	JSON . . . . .	764
26.9.1	JSON-Texte decodieren . . . . .	765
26.9.2	Decodierungsfehler . . . . .	766
26.9.3	Ein Dictionary als JSON-Objekt speichern: Kompakt oder gut lesbar? . . . . .	766
26.9.4	Projekt: Verarbeitung von Wetterdaten . . . . .	769
26.10	Aufgaben . . . . .	772
26.11	Lösungen . . . . .	773
<b>27</b>	<b>Modellieren mit Kellern, Schlangen und Graphen . . . . .</b>	<b>775</b>
27.1	Stack (Keller, Stapel) . . . . .	775
27.2	Queue (Schlange) . . . . .	778
27.3	Graphen . . . . .	779
27.4	Aufgaben . . . . .	789
27.5	Lösungen . . . . .	791
<b>28</b>	<b>Benutzungsoberflächen mit Qt . . . . .</b>	<b>795</b>
28.1	Was bietet PyQt5? . . . . .	795
28.2	PyQt5 erkunden . . . . .	796

28.3	Wie arbeitet PyQt? Applikation und Fenster . . . . .	796
28.4	Eine objektorientierte Anwendung mit PyQt5 . . . . .	797
28.5	Ein Webbrowser . . . . .	798
28.6	Interaktive Widgets . . . . .	802
28.7	Label – Ausgabe von Text und Bild . . . . .	803
28.8	Signale . . . . .	804
28.9	Checkboxen und Radiobuttons . . . . .	805
28.10	Auswahlliste (ComboBox). . . . .	808
28.11	Gemeinsame Operationen der Widgets . . . . .	810
28.12	Spezielle Methoden eines Fensters . . . . .	811
28.13	Events . . . . .	813
28.14	Fonts. . . . .	814
28.15	Stylesheets . . . . .	816
28.16	Icons. . . . .	819
28.17	Messageboxen . . . . .	819
28.18	Timer . . . . .	820
28.19	Das Qt-Layout unter der Lupe . . . . .	822
	28.19.1 Absolute Positionierung und Größe . . . . .	822
	28.19.2 Raster-Layout. . . . .	824
	28.19.3 Form-Layout . . . . .	825
28.20	Browser für jeden Zweck . . . . .	827
	28.20.1 Die Klasse QWebEngineView . . . . .	827
28.21	Ein Webbrowser mit Filter . . . . .	828
28.22	Surfen mit Geschichte – der Verlauf einer Sitzung . . . . .	830
28.23	Aufgaben . . . . .	832
28.24	Lösungen . . . . .	833
<b>29</b>	<b>Multimediaanwendungen mit Qt . . . . .</b>	<b>837</b>
29.1	Kalender und Textfeld – ein digitales Tagebuch . . . . .	837
	29.1.1 Programmierung . . . . .	838
29.2	Kamerabilder . . . . .	843
29.3	Dialoge . . . . .	845
	29.3.1 Projekt: Ansichtskarte . . . . .	847
29.4	Videoplayer . . . . .	851
	29.4.1 Ein einfacher Videoplayer . . . . .	851
	29.4.2 Videoplayer mit Playlist . . . . .	855
	29.4.3 Regeln zur Änderung der Größe (Size Policy) . . . . .	858
	29.4.4 Das Dashboard bei Mausbewegungen einblenden . . . . .	859
29.5	Aufgaben . . . . .	862
29.6	Lösungen . . . . .	867
<b>30</b>	<b>Rechnen mit NumPy. . . . .</b>	<b>875</b>
30.1	NumPy installieren . . . . .	875
30.2	Arrays erzeugen. . . . .	875
	30.2.1 Arrays. . . . .	875

30.2.2	Matrizen und Vektoren.....	878
30.2.3	Zahlenfolgen.....	878
30.2.4	Zufallsarrays.....	879
30.2.5	Spezielle Arrays.....	880
30.3	Indizieren.....	881
30.4	Slicing.....	882
30.5	Arrays verändern.....	883
30.6	Arithmetische Operationen.....	885
30.7	Funktionen, die elementweise ausgeführt werden.....	886
30.8	Einfache Visualisierung.....	887
30.9	Matrizenmultiplikation mit dot().....	888
30.10	Array-Funktionen und Achsen.....	889
30.11	Projekt: Diffusion.....	891
30.12	Vergleiche.....	894
30.13	Projekt: Wolken am Himmel.....	894
30.14	Projekt: Wie versteckt man ein Buch in einem Bild?.....	897
30.15	Datenanalyse mit Histogrammen.....	900
30.16	Wie funktioniert ein Medianfilter?.....	903
30.17	Rechnen mit SciPy.....	906
30.17.1	Lineare Gleichungssysteme lösen.....	906
30.17.2	Integration.....	908
30.18	Aufgaben.....	909
30.19	Lösungen.....	912
<b>31</b>	<b>Messdaten verarbeiten.....</b>	<b>917</b>
31.1	Messwerte in einem Diagramm darstellen – Matplotlib und tkinter.....	917
31.1.1	Basisprojekt.....	917
31.1.2	Erweiterung: Den letzten Wert löschen.....	921
31.1.3	Das Aussehen eines Diagramms gestalten.....	923
31.2	Messwerte aus einem Multimeter lesen und darstellen.....	926
31.2.1	Vorbereitung.....	926
31.2.2	Werte auslesen.....	927
31.2.3	Welche Ziffern zeigt das Display des Multimeters?.....	930
31.3	Anzeige der Temperatur.....	934
31.4	Messreihen aufzeichnen.....	936
31.5	Aufgabe.....	939
31.6	Lösung.....	939
<b>32</b>	<b>Parallele Datenverarbeitung.....</b>	<b>943</b>
32.1	Was sind parallele Programme?.....	943
32.2	Prozesse starten und abbrechen.....	944
32.3	Funktionen in eigenen Prozessen starten.....	945
32.4	Prozesse zusammenführen – join().....	947
32.5	Wie können Prozesse Objekte austauschen?.....	948
32.5.1	Objekte als Argumente übergeben.....	948

32.5.2	Objekte über eine Pipe senden und empfangen .....	949
32.5.3	Objekte über eine Queue austauschen .....	950
32.6	Daten im Pool bearbeiten .....	951
32.6.1	Mit dem Pool geht's schneller – ein Zeitexperiment .....	951
32.6.2	Forschen mit Big Data aus dem Internet .....	953
32.7	Synchronisation .....	956
32.8	Produzenten und Konsumenten .....	958
32.8.1	Sprücheklopfer .....	959
32.9	Aufgaben .....	961
32.10	Lösungen .....	962
<b>33</b>	<b>Django</b> .....	<b>967</b>
33.1	Django aus der Vogelperspektive .....	967
33.2	Ein Projekt anlegen .....	968
33.2.1	Den Server starten .....	970
33.2.2	Eine neue Applikation anlegen .....	970
33.2.3	Startseite und View einrichten .....	971
33.3	Datenbankanbindung .....	974
33.4	Modelle erstellen .....	974
33.5	Modelle aktivieren .....	976
33.6	In der Python-Shell die Datenbank bearbeiten .....	979
33.6.1	Objekte durch Aufruf der Klasse erzeugen .....	980
33.6.2	Auf Attribute eines Objekts zugreifen .....	981
33.6.3	Objekte finden .....	981
33.6.4	Objekte erzeugen und Beziehungen herstellen .....	982
33.6.5	Den Beziehungsmanager nutzen .....	983
33.6.6	Objekte löschen .....	983
33.7	Django-Modelle unter der Lupe .....	984
33.7.1	Grenzwerte .....	984
33.7.2	Leere Felder .....	985
33.7.3	Voreingestellte Werte .....	985
33.7.4	Einmaligkeit .....	985
33.7.5	Auswahlmöglichkeiten .....	985
33.8	Der Manager unter der Lupe – Objekte erzeugen und suchen .....	986
33.8.1	Objekte erzeugen .....	986
33.8.2	Objekte finden .....	986
33.8.3	Mehrere Bedingungen .....	987
33.8.4	Suchen über Beziehungen .....	988
33.8.5	Weitere Suchmethoden .....	988
33.9	Administration .....	989
33.9.1	Eine Applikation der Website-Verwaltung zugänglich machen ...	991
33.10	Views einrichten – die Grundstruktur .....	995
33.10.1	Was sind Views? .....	995
33.10.2	Funktionen für Views .....	995
33.10.3	URL-Patterns .....	996



33.11	View-Funktionen erweitern. . . . .	997
33.11.1	Startseite . . . . .	998
33.11.2	Auflistung der Ideen zu einer Frage – question_index . . . . .	1001
33.11.3	Die Templates verbessern: Namen statt expliziter URLs . . . . .	1003
33.12	Interaktive Webseiten – Views mit Formularen . . . . .	1004
33.12.1	Eingabe einer neuen Frage . . . . .	1004
33.12.2	Eingabe einer neuen Idee. . . . .	1010
33.12.3	View-Funktion für das Speichern einer neuen Idee. . . . .	1012
33.12.4	Fertig! . . . . .	1013
33.13	Die nächsten Schritte. . . . .	1013
33.14	Aufgabe. . . . .	1014
33.15	Lösung . . . . .	1015
<b>A</b>	<b>Anhang</b> . . . . .	1019
A.1	Codierung von Sonderzeichen in HTML. . . . .	1019
A.2	Quellen im WWW . . . . .	1019
A.3	Standardfunktionen und Standardklassen. . . . .	1020
A.4	Mathematische Funktionen . . . . .	1022
A.4.1	Das Modul math . . . . .	1022
A.4.2	Das Modul random . . . . .	1023
A.5	EBNF-Grammatik . . . . .	1024
<b>B</b>	<b>Glossar</b> . . . . .	1029
<b>C</b>	<b>Download der Programmbeispiele.</b> . . . . .	1043
<b>D</b>	<b>Ein Python-Modul veröffentlichen: PyPI</b> . . . . .	1045
D.1	Bei PyPI und TestPyPI registrieren . . . . .	1046
D.2	Ein Paket für die Veröffentlichung vorbereiten. . . . .	1047
D.2.1	Die Programmdatei setup.py . . . . .	1047
D.2.2	Die Lizenz . . . . .	1048
D.2.3	Die Datei README.txt . . . . .	1049
D.2.4	Die Datei __init__.py. . . . .	1050
D.3	Das Paket auf PyPI veröffentlichen . . . . .	1050
D.3.1	Das Paket aktualisieren. . . . .	1051
	<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	1053